

**Juha Åkerlund**

**Attracs Online – ohjelmistotuotteen laatu**

**Opinnäytetyö**

**CENTRIA AMMATTIKORKEAKOULU**

**Tekniikan ylempi ammattikorkeakoulututkinto**

**Teknologiaosaamisen johtamisen koulutusohjelma**

**Toukokuu 2013**

## TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

<b>Yksikkö</b> Tekniikan ja liiketalouden yksikkö, Kokkola	<b>Aika</b> Toukokuu 2013	<b>Tekijä/tekijät</b> Juha Åkerlund
<b>Koulutusohjelma</b> Teknologiaosaamisen johtaminen		
<b>Työn nimi</b> Attracs Online – ohjelmistotuotteen laatu		
<b>Työn ohjaaja</b> KTT Pekka Nokso-Koivisto KTL Arto Karjalainen		<b>Sivumäärä</b> 86
<b>Työelämäohjaaja</b> Insinööri (ylempi AMK) Peter Grankulla		
<p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli perehtyä ohjelmistotuotannon laadun ja sen mittaamisen teoriaan. Tutkielman aiheena oli Attracs Online ohjelmistotuotteen tämänhetkinen laatutaso. Tutkimuksen puitteissa kartoitettiin laatupoikkeamat ja selvitettiin mistä ne johtuvat. Tutkimuksella pyrittiin myös löytämään vastaukset kysymyksiin: minkälaisilla mittareilla laatua saattaisi vastedes mitata, mikä on lopputuotteen toimivuus tuotantoympäristössä ja mitkä ovat laatuavoitteet. Tutkimuksen puitteissa arvioitiin niin ikään niitä prosesseja, jotka liittyvät Attracs Online ohjelmiston valmistukseen.</p> <p>Tutkimus suoritettiin teemahaastatteluin. Tutkimukseen osallistui yhteensä 8 henkilöä; sekä omaa henkilökuntaa että asiakkaiden ja toimittajien edustajia. Haastattelut tehtiin suomeksi, ruotsiksi ja englanniksi.</p> <p>Tutkimustulokset osoittivat, että laatupoikkeamia esiintyy verraten usein, joskin useimmat niistä ovat aika vähäpätöisiä. Vakavia laatuongelmia ei sen sijaan kyetty todentamaan. Esiintymistiheyttä pidettiin kuitenkin ongelmallisena. Tutkimus osoitti laatumittareiden tarpeellisuuden, ja näiden toteuttamiseksi tuli useita konkreettisia ehdotuksia. Ohjelmiston toimivuus tuotantoympäristössä todettiin kohtalaiseksi. Laatuavoitteet kohdistuivat sekä mittareiden luomiseen että laatujärjestelmän kehittämiseen.</p>		

**Asiasanat**  
 Laatu, laatumittarit, laadunvarmistus, ohjelmistotuotanto, ohjelmistolaatu, haastattelututkimus, teemahaastattelu.

## ABSTRACT

<b>CENTRIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES</b>	<b>Date</b> May 2013	<b>Author</b> Juha Åkerlund
<b>Degree programme</b> Master's Degree for Technology Competence Management		
<b>Name of thesis</b> Attracs Online – the quality of the software		
<b>Instructor</b> Pekka Nokso-Koivisto Arto Karjalainen		<b>Pages</b> 86
<b>Supervisor</b> Peter Grankulla		
<p>The aim of this study was to become familiar with the theory of software quality and how to measure it. The subject of this thesis was to investigate the current quality level of the Attracs Online Software. The quality problems and the reasons behind those were enquired within this research. As a part of this investigation one also tried to find out the answers of the following questions: what kind of metrics could be used to measure the quality, how does the software behave in the production environment and what are the quality targets. The processes of building the software were also evaluated by this study.</p> <p>This study was executed as a theme interview. The total number of people participating in this study was 8, including both Attracs employees as well as representatives of customers and suppliers.</p> <p>The result of this research indicates that quality problems occurs relatively often, even though most of them are quite insignificant. This study couldn't point out any serious quality problems. The frequency was however seen as a problem. Due to this study, there is a need of quality metrics, and many concrete suggestions were given in order to develop those. The behaviour of the software during its execution was seen as quite moderate. The quality targets are related to both creation of the quality metrics as well as development of the quality management system.</p>		

### Key words

Quality, quality metrics, quality assurance, software development, software quality, interview research, theme interview.

## ESIPUHE

Tämä opinnäytetyö on tehty Keski-Pohjanmaan Ammattikorkeakoulun ja Kajaanin Ammattikorkeakoulun Teknologiaosaamisen johtamisen koulutusohjelmaan liittyen vuosina 2012 – 2013. Kehittämistehtävä kohdistui Kokkolalaisen Oy Attracs Ab:n ohjelmistotaloon, jossa tutkittiin Attracs Online ohjelmistotuotteen laatua. Tutkimus rajattiin ensisijaisesti koskemaan kehitystiimiä ja sen toimintaa, mutta siihen osallistui myös asiakkaiden ja toimittajien edustajia, jotka toimivat ikään kuin ulkopuolisina arviomiehinä.

Tahdon kiittää kaikkia tämän kehittämistehtävän valmistumiseen vaikuttaneita henkilöitä hyvästä yhteistyöstä, varsinkin kaikkia teitä haastateltavia, jotka ilomielin lähditte tutkimukseen mukaan ja annoitte oman panoksenne ja osaamisenne hankkeen onnistumiseksi. Nöyrät kiitokseni myös kaikille teille, jotka olette tavalla tai toisella tukeneet minua pyrkimyksissäni kohti päämäärää, työnantajalle siitä, että olen voinut käyttää jonkin verran työaika opintoihini ja kotiväelle siitä, että olette osoittaneet ymmärrystä ja kärsivällisyyttä. Kiitän lisäksi opinnäytetyöni valvojia, prosessiohjaajaani Pekka Nokso-Koivistoa, substanssiohjaajaani Arto Karjalaista ja työpaikkaohjaajaani Peter Grankullaa.

Kokkolassa, huhtikuussa 2013

Juha Åkerlund

**TIIVISTELMÄ**  
**ABSTRACT**  
**ESIPUHE**  
**SISÄLLYS**

1. JOHDANTO .....	1
2. LAATU KÄSITTEENÄ .....	4
2.1 Tutkimuksen teoreettinen viitekehys .....	4
2.2 Laadun historiaa .....	6
2.3 Laadun määritelmä .....	7
2.4 Laatukustannukset .....	9
2.5 Laatujohtaminen .....	10
2.6 Laatujärjestelmä .....	12
2.7 Laatumittarit .....	13
2.8 Tämän päivän laatu ja tulevaisuuden laatu näkymät .....	14
3. LAATU OHJELMISTOYRITYKSESSÄ .....	16
3.1 Ohjelmistotuotannon ongelmia .....	16
3.2 Ohjelmistotuotteen laatu .....	18
3.3 Ohjelmistotuotantoprosessi .....	23
3.4 Ohjelmiston elinkaarikustannukset laadun näkökulmana .....	26
3.5 Laadunvarmistus .....	27
3.6 Testaus virheiden eliminointikeinona .....	31
3.7 Lähdekoodin versionhallinta laadun takeena .....	34
3.8 Standardointi ja sertifiointi .....	35
3.9 Mittaaminen .....	37
4. ATTRACS .....	40
4.1 Yrityksen tausta ja toiminta .....	40
4.2 Päätuote .....	42
4.3 Tutkimuksen toiminnallinen viitekehys .....	44
5. TUTKIMUKSEN TEKEMINEN .....	45
5.1 Tutkimusmenetelmän valinta .....	45
5.2 Haastattelututkimus .....	46
5.3 Teemahaastattelu .....	47
5.4 Tutkimuksen otos .....	48
5.5 Teemat ja haastattelukysymykset .....	49
5.6 Käytännön toteutus .....	51

6. TUTKIMUKSEN TULOKSET .....	55
6.1 Lähdeaineiston analysointi ja tulkinta .....	55
6.2 Tutkimuksen luotettavuus .....	58
6.3 Tutkimuksen eettisyys .....	60
6.4 Tutkimustuloksen esittämistavat .....	61
6.5 Teemarungon käyttö vastausten ryhmittelyssä .....	63
6.6 Tutkimusongelma jälleen kerran .....	72
6.7 Tutkimustulos teorioiden valossa – tuloksen yleistettävyys .....	75
7. JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA .....	77
7.1 Kuinka tutkimustuloksia voidaan hyödyntää .....	77
7.2 Toteutuiko kehittämistehtävän tavoitteet – onnistuiko tutkimus .....	80
7.3 Mitä seuraavaksi .....	81
LÄHTEET .....	83

## KÄSITTEET

<b>Agile</b>	Ketterä ohjelmistokehitys.
<b>Ansi</b>	American National Standards Institute. Amerikkalainen yksityinen organisaatio, joka valvoo erilaisten standardien kehittymistä Yhdysvalloissa.
<b>Benchmarkkaus</b>	(eng. Benchmarking) Tarkoittaa vertailuanalyysyä, oman toiminnan vertaamista toisten toimintaan, usein parhaaseen vastaavaan käytäntöön.
<b>Business logiikkaa</b>	Käyttöliittymän ja tietokannan väliin sijoittuva datan prosessointi ja välitys, joka perustuu tiettyihin sääntöihin (eng. Business rules) ja työnkulkuun (eng. Workflow).
<b>Crystal</b>	Ketterien menetelmien perhe (joukko). Tunnetuin näistä lienee Crystal Clear.
<b>DSDM</b>	Dynamic Systems Development Method. Ketterän ohjelmistokehityksen eräs metodologia.
<b>FDD</b>	Feature-driven development. Luetaan yhdeksi ohjelmistotuotannon ketteristä menetelmistä.
<b>Hiljainen tieto</b>	Implisiittistä tietoa. Yksittäisen henkilön (asiantuntijan) tai pienen yhteisön (tiimin) hallussa olevaa, useimmiten dokumentoimatonta, tietotaitoa.
<b>IEEE</b>	Institute of Electrical and Electronics Engineer Standards Association on johtava teollisten standardien kehittäjä laajalla alueella, kuten tietotekniikassa ja tietoliikenteessä.
<b>INNOSUOMI hanke</b>	Suomalaisen innovatiivisuuden edistämishanke, joka toimi vuodesta 1994 lähtien Patentti- ja rekisterihallituksen (PRH) vetämänä. Hanke päättyi loppuvuodesta 2011.

<b>INNOSUOMI palkinto</b>	INNOSUOMI-hankkeen puitteissa järjestettävä maakunnallinen ja valtakunnallinen INNOSUOMI-kilpailu.
<b>JIT</b>	Just in Time. JIT-menetelmällä halutaan vähentää kaikkea turhaa. Menetelmä perustuu japanilaiseen johtamisfilosofiaan.
<b>KAIZEN</b>	Jatkuvan parantamisen filosofia.
<b>LEAN</b>	Asiakaslähtöinen prosessijohtamisen malli.
<b>Luokka</b>	(eng. Class) Sisältää joukon loogisesti yhteenkuuluvaa tietoa ja toiminnallisuutta.
<b>Luokkakaavio</b>	(eng. Class Diagram) Kostuu luokista ja näiden välisistä yhteyksistä (eng. Relations).
<b>Missio</b>	Kuvaa yrityksen liikeidean ja tavoitteen. Vastaa kysymykseen <i>Miksi yritys on olemassa</i> .
<b>Ohjelmointirajapinta</b>	Määritelmä, jonka mukaan eri ohjelmat voivat tehdä pyyntöjä ja vaihtaa tietoja eli keskustella keskenään.
<b>Pareton laki</b>	Pareton periaate tunnetaan myös 20/80 -sääntönä. Pähkinänkuoressa se tarkoittaa, että 80% seurauksista johtuu 20% syistä.
<b>Protokolla</b>	Käytäntö tai standardi, joka määrittelee tai mahdollistaa laitteiden tai ohjelmien väliset yhteydet.
<b>Saturaatiopiste</b>	Kyllästymispiste, jonka jälkeen ei kannata lisätä tutkimuksen otosta tai vastausmääriä eli lisääminen ei tuo enää uutta tietoa.
<b>Scrum</b>	Projektinhallinnan viitekehys, jota käytetään yleisesti ketterässä ohjelmistokehityksessä.



<b>Strategia</b>	Yrityksen tavoitteiden sekä toiminnan suuntaviivojen tietoinen valinta.
<b>The Toyota Way</b>	Toyotan tapa ajatella ja toimia.
<b>UML</b>	Unified Modeling Language.
<b>UML-mallinnus</b>	Object Management Groupin (OMG) vuonna 1997 standardoima graafinen mallinnuskieli.
<b>Uml-malli</b>	UML-mallinnuksella tuotettu luokkakaavio.
<b>Visio</b>	Yrityksen mielikuva siitä, miksi se haluaa muuttua pidemmän aikavälin tähtäimellä.
<b>XP</b>	Extreme Programming. Luetaan yhdeksi ohjelmistotuotannon ketteristä menetelmistä.

## KUVIOT

Kuvio 1. Tutkimuksen teoreettinen viitekehys .....	5
Kuvio 2. Laatukustannusten rakenne ja kehitys .....	10
Kuvio 3. Demingin laatuympyrä .....	11
Kuvio 4. Laadunhallintajärjestelmän jatkuvan kehittämisen malli .....	13
Kuvio 5. Kokonaisvaltainen laadunhallinta .....	15
Kuvio 6. Laadun ulottuvuuksia .....	19
Kuvio 7. Ohjelmistotuotteen laadun 4 ulottuvuutta .....	21
Kuvio 8. Tarkastelukulmia ohjelmiston laatuun .....	22
Kuvio 9. Vesiputousmalli .....	23
Kuvio 10. Ketterä ohjelmistokehitys .....	24
Kuvio 11. Testaus osa ketterää ohjelmistokehitystä .....	25
Kuvio 12. Elinkaarikustannusten jakautuminen .....	26
Kuvio 13. Laadunvarmistukseen liittyviä termejä .....	27
Kuvio 14. Ohjelmistovirheiden korjauskustannuksia .....	28
Kuvio 15. Mustalaatikkotestaus .....	32
Kuvio 16. Lähdekoodin versionhallinta .....	35
Kuvio 17. ISO/IEC 20000 ja ITIL:n suhde .....	36
Kuvio 18. CMM - tuotantoprosessin kypsyyden arviointimalli .....	37
Kuvio 19. Ohjelmiston prosessi- ja tuotemittarit .....	39
Kuvio 20. Ahola konsernin rakenne .....	40
Kuvio 21. Attracsin organisaatorakenne .....	41
Kuvio 22. Attracs Online .....	42
Kuvio 23. Pelkistetty kuvaus Attracs Online:n tuotantoympäristöstä .....	43
Kuvio 24. Tilastotietoja haastateltavista ja haastatteluista .....	54
Kuvio 25. Empiirisen tutkimuksen vaiheet .....	55
Kuvio 26. Moninkertaiset tulkinnot .....	57
Kuvio 27. Käsitteitä määrittelevät tahot .....	60

## TAULUKOT

Taulukko 1. Tutkimuskysymykset .....	3
Taulukko 2. Laadun määritelmiä .....	7
Taulukko 3. Ohjelmiston puutteet .....	20
Taulukko 4. Ohjelmistotestauksen vaiheita .....	33
Taulukko 5. ISO20000 standardin käyttötarkoituksia .....	36
Taulukko 6. Teemarunko, haastatteluissa käytetyt teemat .....	50
Taulukko 7. Tutkimustulosten esittämistapoja .....	62
Taulukko 8. Laadun parantamis- ja kehittämistoimenpide-ehdotuksia .....	78
Taulukko 9. Tutkijan näkemys kehityskohteista .....	79

## 1. JOHDANTO

Eräs laatumaailman suurista guruista, Philip Crosby, on sanonut, että ”**Laatu on ilmaista**”. Jos näin todella on, niin miksi ei kaikki toiminta silloin ole laadullista? Hyvä laatu ei kuitenkaan synny itsestään, vaan sen eteen joudutaan tekemään työtä. Kokemus on osoittanut, että hyvä laatu kannattaa, monestakin syystä. Lecklinin mukaan laadukas toiminta luo kustannustehokkuutta, kilpailuetua, asiakastyytyväisyyttä ja parempaa imagoa. Laatu on näin ollen vahva kilpailuvaltti. Pitkässä juoksussa koko yrityksen eloonjääminen ja liiketoiminnan jatkuminen voi olla kiinni sen kyvystä tuottaa hyvää laatua.

Helsingin Sanomat (HS) uutisoi 26.3.2013 verkkolehdessään Poliisin uudesta luparekisteristä, joka on jo useita vuosia myöhässä. HS kirjoittaa ”Poliisin uuden luparekisterin valmistuminen on myöhästymässä jopa kolmella vuodella. Samalla rekisterin kustannukset nousevat selvästi. Alkuperäisen suunnitelman mukaan sähköisen rekisterin tuli olla käytössä asteittain vuosien 2010 ja 2011 aikana. Kokonaisuudessaan uusi sähköinen järjestelmä toimii todennäköisesti keväällä 2014” (Helsingin Sanomat 2013).

Artikkelista saattaa lukea, että kyseisen hankkeen vastuuhenkilöillä on tietenkin omat hyvät selityksensä sille, miksi projekti on pahasti myöhässä. Mutta yhtä kaikki, tuskin ne selitykset hankkeen rahoittajia ja muita asianomaisia paljon lämmittävät. Kustannustehokkuus on muuttunut kustannustehottomuudeksi, sillä ylittyyhän kustannusarvio jopa moninkertaisesti. Asiakastyytyväisyys on kääntynyt asiakastyytymättömyydeksi, kun käyttöönotto viivästyy usealla vuodella. Samalla kertaa hankkeesta vastaavat ja järjestelmän toimittajat ovat kärsineet imago-tappion. Kyseinen hanke täyttää tuskin laadukkaan toiminnan kriteereitä, pikemminkin päinvastoin. Eikä tämä tapaus ole suinkaan ainut laatuaan. On pikemmin sääntö kuin poikkeus, että it- ja ohjelmistoprojektit myöhästyvät, siinä samalla ylittävät myös kustannusarviot. Ohjelmistotuotanto on vielä nuori tieteenala, mistä syystä siellä esiintyy muita teollisuudenaloja enemmän laatu-ongelmia, koska käytänteet eivät ole kaikilta osin yhteneväiset tai ne puuttuvat kokonaan.

Tämän **kehittämistehtävän tavoite** on tutkia mikä on Attracs Online ohjelmistotuotteen tämänhetkinen laatutaso sekä kartoittaa siinä esiintyvät laatupoikkeamat ja selvittää mistä ne johtuvat. Tutkimuksen puitteessa pyritään niin ikään arvioimaan niitä prosesseja, jotka liittyvät Attracs Online:n valmistukseen. Edelleen pyrkii löytämään vastaus kysymyksiin: minkälaisilla mittareilla laatua saattaisi vastedes mitata ja kuinka mittauksista saatuja tuloksia voitaisiin jatkossa hyödyntää. Laatumittareiden kehittäminen, tuotantoon saattaminen ja mittadatan analysointi jää myöhemmälle ajankohdalle, ja ei näin ollen kuulu tämän tutkimuksen piiriin. Tutkimus arvioi myös sitä, minkälaisia laatutavoitteita voitaisiin asettaa Attracs Online ohjelmistolle ja sitä tuottavalle prosessille. Kohdeyrityksessä ei vielä tällä hetkellä ole käytössä mitään laatusertifikaattia. Tutkimuksen puitteessa pyritään niin ikään selvittämään olisiko kohdeyrityksessä tarvetta tällaiselle. Tutkimus ei sinänsä ota kantaa siihen, minkälainen laatusertifikaatti olisi sopivin tähän tarkoitukseen.

Tutkimus on osa suurempaa kokonaisuutta liittyen kohdeyrityksen yleiseen laadunparantamiseen ja prosessien tehostamiseen. Kyseessä on eräänlainen kartoittava esitutkimus. Tämä tutkimus kohdistuu tiettyihin toimintoihin ja toimialueisiin, ei koko yritykseen ja sen kaikkiin toimintoihin, kuten myöhemmin tulemme huomaamaan siinä vaiheessa, kun tutkimukselle määritellään toiminnallinen viitekehys.

Kohdeyrityksessä ei ole aikaisemmin tehty mitään vastaavaa, laatutason kartoittamiseen liittyvää, tutkimusta. Yksittäisiä laatupoikkeamia on kylläkin selvitetty, mutta ohjelmiston kokonaisvaltaista laatutasoa ei ole tieteellisesti tutkittu. Ohjelmiston käyttäytymistä tuotantoympäristössä on niin ikään aika ajoin mitattu ja seurattu erinäisillä mittareilla ja monitorointivälineillä. Näillä on kuitenkin lähinnä tarkkailtu jotain tiettyä ongelmaa pikemmin kuin ohjelmiston yleistä laatutasoa. Mittaaminen on ollut tilapäistä ja satunnaista, ei niinkään systemaattista.

Tämän tutkimuksen lähtökohtana ei varsinaisesti ole mikään aiemmin tehty tutkimus. Tulen mahdollisesti kuitenkin osittain hyödyntämään sitä tietoa, jota on tähän mennessä kerääntynyt kohdeyrityksessä tehtyjen laadun parantamis toimenpiteiden myötä, siinä määrin kuin sitä on dokumentoitu.

Tutkimuksen lähtökohtana on **tutkimusongelma** tai tutkijaa askarruttavat kysymykset. Tämän tutkimuksen aihepiiri, ohjelmistotuotteen laatu, rajattiin alusta alkaen varsin tarkasti. Tutkimuskysymyksiä kuvattiin kuitenkin vain suuntaa antavasti tutkimuksen alun suunnitelmissa, ne tarkentuivat/täsmentyivät aineiston keruu vaiheessa ja saivat lopullisen muotonsa aineistoa analysoidessa.

Tämän tutkimuksen puitteessa pyritään löytämään vastaus seuraavaan pää-tutkimusongelma kysymykseen ”Mikä on Attracs Online ohjelmistotuotteen laatu?” ja ainakin seuraaviin, taulukossa 1 esitettyihin, alaongelmakysymyksiin.

Taulukko 1. Tutkimuskysymykset

Nro	Tutkimuskysymys
1	Missä määrin laatu poikkeamia esiintyy
2	Kuinka laadukas on ohjelmiston valmistusprosessi
3	Miten lopputuote toimii tuotantoympäristössä
4	Minkälaisilla mittareilla laatua voitaisiin mitata
5	Mitkä ovat laatutavoitteet

Muutama sana **tutkimuksen taustasta**. Mitkä seikat vaikuttivat tutkimusaiheen valintaan ja miksi ryhdyin tekemään tutkimusta juuri tästä aiheesta? Tähän voisi vastata: monestakin syystä. Aihe sinänsä on varsin ajankohtainen kohdeyrityksessä muun muassa siitä syystä, että siellä paraikaa mietitään erinäisiä laadunparantamistoimenpiteitä ja mahdollista laatusertifiointia. Toisaalta, minulla on myös omat henkilökohtaiset intressini asian suhteen. Aihepiiri kiinnostaa, tahdon oppia siitä enemmän. Koen, että laatuasioihin paneutumisesta, sekä teorian että käytännön tasolla, on selkeää hyötyä nykyisessä toimessani. Näin ollen tästä kehittämistehtävästä koituu hyötyä sekä kohdeyritykselle että itselleni.

## 2. LAATU KÄSITTEENÄ

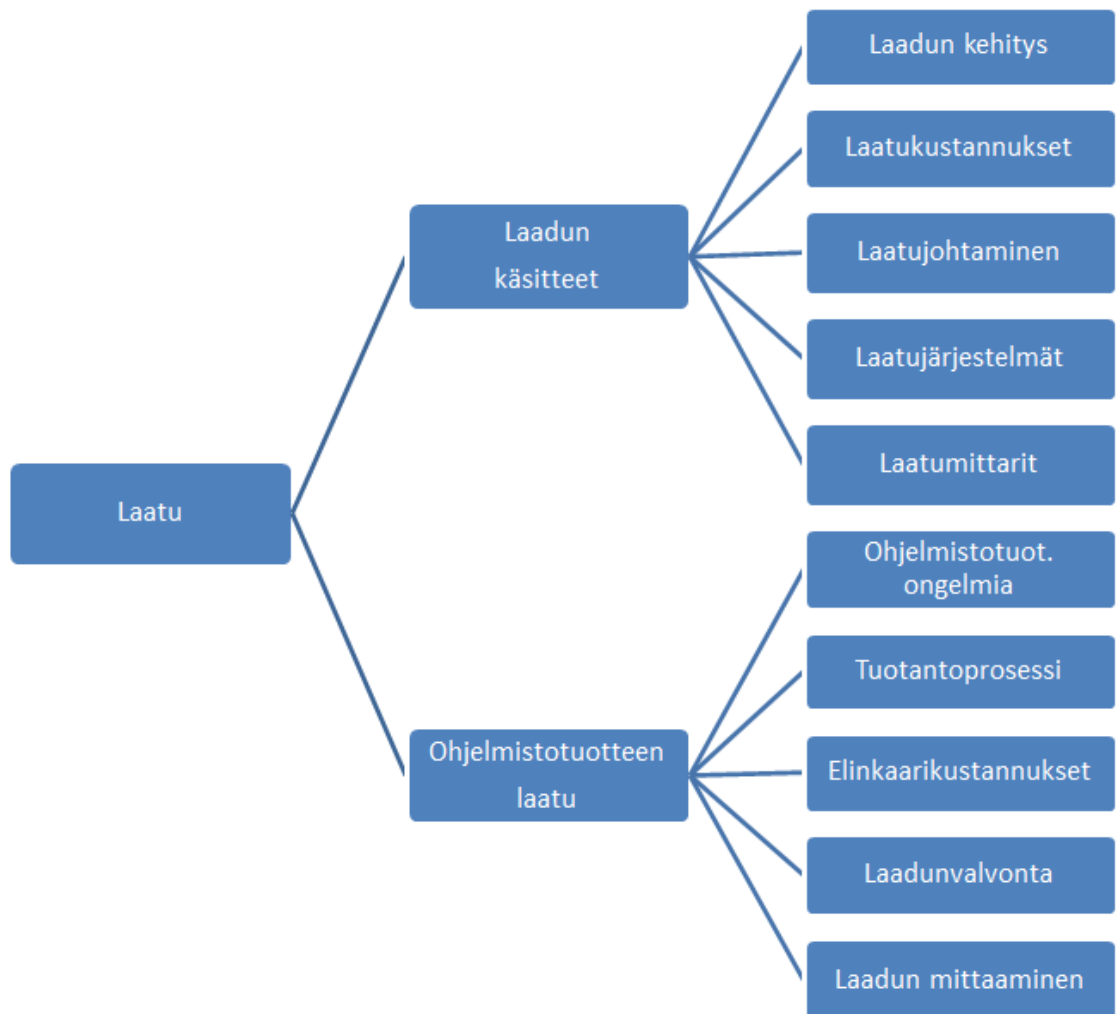
### 2.1 Tutkimuksen teoreettinen viitekehys

Tämä tutkimus perustuu **laadulliseen lähestymistapaan**. Tarkemmat syyt ja perustelut tutkimusmenetelmän valinnalle on kerrottu luvussa *5.1 Tutkimusmenetelmän valinta*.

Laadullisissa tutkimuksissa käytetään yleensä **induktiivista logiikkaa**. Niin myös tässä tapauksessa. Induktiivisessa logiikassa: muotoillaan tutkimusongelma, kerätään aineisto, tehdään aineistolla tutkimusongelman tarpeiden mukaisia kysymyksiä, kerätään esimerkiksi luokitellen tai tematisoiden analyysin tulokset, etsitään yleistämismahdollisuuksia tai yleisiä linjoja ja suoritetaan mahdolliset yleistykset, teoretisoinnit tai yhdistämiset muiden tutkimusten tuloksiin (Creswell 2009, 63-64).

Mikä on sitten **teorian rooli** tässä tutkimuksessa? Teoriasta etsin keskeiset termit ja käsitteet, jotka liittyvät tämän tutkimuksen tekemiseen. Tutkimusmenetelmän valintaan etsitään tieteellisiä perusteluja kirjallisuudesta. Tutkimuksen käytännön toteutukseen niin ikään dokumentoituja ja tieteellisesti hyviksi havaittuja menetelmiä. Lähdeaineistona tulen käyttämään perinteistä kirjallisuutta, Internet julkaisuja ja Attracsin Internet & Intranet sivustoja sekä Ahola konsernin Intranettiä. Lähteeni ovat suomen-, ruotsin- ja englanninkielisiä.

Tämän **tutkimuksen pohjana käytettävä teoria** on esitetty luvuissa 2 ja 3. Laatu-käsitettä lähestytään ensin yleisellä tasolla luvussa 2, jossa tehdään katsaus laadun historiaan ja kehitykseen, avataan laadun määritelmiä, selitetään keskeisiä laatu-käsitteitä, tutkitaan laatu-järjestelmiä ja tutustutaan laatumittareihin. Luvussa 3 siirrytään tutkimaan laatua ohjelmistoyrityksessä. Pohditaan niitä haasteita, jotka liittyvät ohjelmistotuotannon laatuun. Tutustutaan ohjelmistotuotannon laatu-standardeihin ja arvioidaan laadunvarmistuksen merkitystä. Paneudutaan niin ikään ohjelmistotuotteen laadun mittaamiseen. Tutkimuksen teoreettista viitekehystä on kuvattu kuviossa 1.



Kuvio 1. Tutkimuksen teoreettinen viitekehys

Tämän tutkimuksen pohjana ei käytetä mitään **hypoteesia**, kuten ei kartoittavissa tutkimuksissa yleensä ole tapanakaan (Creswell 2009, 129). Hypoteesia voidaan pitää jonkinlaisena esiolettamuksena siitä, mitä tutkimuksessa tullaan havaitsemaan, “sivistyneinä arvauksina” siitä, miten asiat ovat (Uusitalo 1991, 42). Hypoteesi on johdettu teoriasta ja/tai aiemmasta tutkimuksesta (Hirsjärvi & Hurme 2000, 57). Tutkimuksen kuluessa pyritään testaamaan esitetty hypoteesi ja sen perusteella joko vahvistamaan tai komuamaan se. Siinä missä kvantitatiivinen lähestymistapa alkaa teorioilla ja hypoteesilla, kvalitatiivinen tutkimus päättyy hypoteeseihin ja ankkuroituun teoriaan (grounded theory) (Hirsjärvi & Hurme 2000, 25).



Hyvin perillä olevana kohdeyrityksen toiminnasta ja itsekin osallisena tutkittavasta kohteesta voisin tietenkin esittää joitain arvauksia siitä, minkälaisiin tuloksiin tässä tutkimuksessa aikoinaan tullaan päätymään. En kuitenkaan tahdo tehdä sitä. Se söisi luottamusta tutkimusmenetelmän valinnalta ja ei muutenkaan tekisi oikeutta tälle tutkimukselle. Tahdon päinvastoin lähestyä tutkittavaa ongelmaa avoimin mielin ja tutkijan uteliaisuudella.

## **2.2 Laadun historiaa**

Laadulla on pitkät perinteet. Jo ennen järjestäytyneen yhteiskunnan syntymistä laadulla oli oma merkityksensä liiketoiminnassa. Vaihdamatalouden aikana kaupan osapuolet, myyjä ja ostaja, olivat välittömässä tekemisissä toistensa kanssa. Tuotteen laatu arvioitiin paikan päällä, vaihdantahetkellä, esim. markkinapaikoilla. Laatuominaisuuksien perusteella tuotteelle sovittiin hinta, mikä saatettiin maksaa vaikkapa oravannahkoina. Käsityöläisammattilaiset saivat keskeisen roolin laadunvalvonnassa. Mestari-oppipoikajärjestelmän yhtenä tavoitteena oli mm. edistää tuotteiden laadunvalvontaa. (Lecklin 2002, 15-16)

Teollisen vallankumouksen myötä syntyi tarvetta laaduntarkkailulle ja -ohjaukselle. Tällöin ryhdyttiin myös hyödyntämään tilastollisia menetelmiä. Tuotteille asetettiin tavoite- tai ihannearvoja, määriteltiin sallittuja poikkeamia, ryhdyttiin käyttämään toleransseja. Toinen maailmansota korotti laadun merkityksen ihan uusiin sfääreihin. Laadusta tuli sodankäynnin kriittinen menestystekijä. Standardien merkitys korostui. Toisen maailmansodan jälkeen laatua on käytetty tuottavuuden kohentamisen ja kilpailukyvyn parantamisen argumenttina. Varsinkin japanilaiset ovat kunnostautuneet tässä asiassa mm. autoteollisuuden parissa, eritoten Toyotan menestys perustuu tähän. Monille lienee tuttuja käsitteet kuten JIT, LEAN ja KAIZEN, jotka kaikki ovat peruspilareita Toyotan toiminnassa. Voidaankin puhua filosofiasta nimeltä "The Toyota Way" joka kuvaa Toyotan tapaa ajatella ja toimia. (American Society for Quality 2012; Toyota 2012; Lean Enterprise Institute 2009)

Viime vuosisadan lopussa, 1990-luvulla, kokonaisvaltainen laadunhallinta (TQM – Total Quality Management) nousi muoti-ilmiöksi. Tämän näkemyksen mukaan laatuun luetaan myös johtaminen, organisaation kehittäminen ja strateginen suunnittelu. Laatutoiminnan ensisijaisena perustana pidetään asiakkaan tarpeita. Laadun käsitettä on näinollen laajennettu. (Lecklin 2002, 17; Lagus, Lillrank & Helin 2001, 30-31)

**Laatumaailman gurut** ovat henkilöitä joilla on ollut aivan ratkaiseva rooli laatu-käsitteen muodostumiselle ja laatuajattelun leviämiseksi. Laatugurujen ajatusten myötä laatuajattelu laajeni kattamaan tuotteen ohella myös palvelun. Heidän suuruudenaika alkoi toisen maailmansodan jälkeen. Voidankin erotella kolme eri gurujen ryhmittymää sitten 1940 luvun. 1950-luvun alkupuolella vaikuttivat Amerikkalaiset W. Edwards Deming ja Joseph Juran jotka veivät laatu-käsitteen Japaniin. Saman vuosikymmenen loppupuolella Japanilaiset Kaoru Ishikawa ja Genichi Taguchi hyödynsivät ja toimeenpanivat Amerikkalaisten oppeja. 1970/1980-luvuilla oli havaittavissa kolmas gurujen aalto. Nämä olivat länsimaalaisia jotka matkivat Japanilaisten menestystarinaa. Tunnetuin heistä lienee Philip Crosby. (Chapman 2012)

### 2.3 Laadun määritelmä

Laadulla voidaan ymmärtää monta eri asiaa, sillä on monta merkitystä. Eri yhteyksissä se tarkoittaa erilaisia asioita. Ihmisten käsitykset siitä, mitä laadulla tarkoitetaan vaihtelee. Taulukossa 2 on esitetty muutama tunnettu määritelmä laadusta. (Lecklin & Laine 2009, 15)

Taulukko 2. Laadun määritelmiä (Lecklin & Laine 2009, 15)

Määritelmä	Laatuguru
laatu on sopivuutta käyttötarkoitukseen	Joseph M. Juran
laatu on kykyä tyydyttää asiakkaan tarpeet	George D. Edwards
laatu tuo tyytyväisyyttä ja rahaa	Mikel Harry

Laadulle on siis olemassa monta erilaista määritelmää, tarkastelunäkökulmasta riippuen. Yleisesti sillä kuitenkin ymmärretään asiakkaan tarpeiden täyttämistä sellaisella tavalla, joka yrityksen kannalta on mahdollisimman kannattavaa ja tehokasta. Tähän liittyy niin ikään suoritustason jatkuva parantaminen. Toisaalta kokonaislaadun kannalta on tärkeää juuri oikeiden asioiden tekeminen ja riittävän laatutason määrittelemine. Asiakas ei välttämättä ole valmis maksamaan ylilaadusta. Joseph Juranin mukaan laatu tulee soveltaa käyttötarkoitukseen. (Lecklin 2002, 18-20)

Laatukäsitteeseen liittyy useita tunnusmerkkejä, **laadun ominaisuuksia**. Tarkastelunäkökulma sanelee mitä ominaisuuksia kulloinkin painotetaan. Tuotanto-osasto nostaa esiin valmistuslaadun, markkinointi puolestaan korostaa asiakaslaatua ja talousosastoa kiinnostaa kilpailulaatu jne. Ominaisuudet täydentävät toisiaan, ne eivät ole poissulkevia. Laatuominaisuuksien yhdistäminen ja laatukäsitteen laaja ymmärtäminen on yleensä kilpailuedun saavuttamisen edellytys. (Lecklin 2002, 20-22)

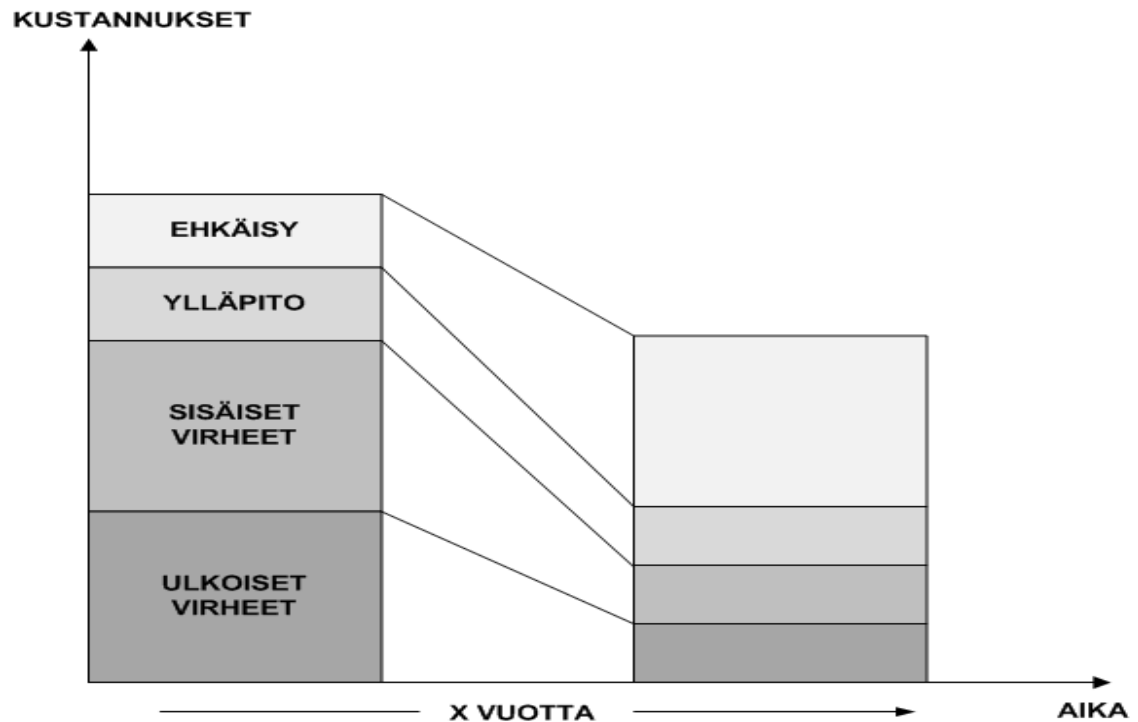
Lillrankin mukaan laatua voidaan tarkastella neljästä eri näkökulmasta. Näitä ovat tuotanto, suunnittelu, asiakas ja systeemi. Hän pitää jokaista näkökulmaa omana ilmiönänsä. Kukin näkökulma on kuitenkin rajallinen, hänen mielestään vallan suppea laatukäsitys, pelkkä tarkastaminen ja huonojen kappaleiden poisheittäminen, ei ole enää muodissa. Laadulle on siis olemassa sekä suppea että laaja tulkinta. (Lillrank 1998, 28, 40) Lillrank esittää niin ikään laadulle kuusi erilaista ominaisuutta. Näitä ovat valmistuslaatu, tuotelaatu, arvolaatu, kilpailulaatu, asiakaslaatu ja ympäristölaatu. Hän määrittelee laadukkaaksi tuotteeksi sellaisen, joka tarjoaa parhaan kustannus-hyöty-suhteen eli parasta arvoa asiakkaan rahoille. (Lillrank 1990, 43)

Garvin puolestaan omalta osaltaan määrittää tuotteiden laadulle kahdeksan eri ulottuvuutta. Hän mainitsee seuraavat dimensiot: suorituskkyky, erityisominaisuudet, luotettavuus, yhdenmukaisuus, kestävyys, huollettavuus, esteettisyys ja koettu laatu. (Garvin 1987; Pressman 2010, 401-402)

## 2.4 Laatukustannukset

Mitä laatu maksaa? Eräs laatumaailman tunnetuimmista guruista Philip Crosby on omalta osaltaan vastannut tähän kysymykseen väittämällä, että laatu on ilmaista (Quality is Free). Hänen mielestään laatu ei maksa, virheet maksavat. Voidaankin sanoa, että laadun puute maksaa. Lillrank ei pidä asiaa ihan näin yksinkertaisena. Kirjassaan Laatuajattelu hän kysyykin ”jos kerran laatu on ilmaista, niin minkä ihmeen takia sitä ei käytetä rajattomasti.” Miksi virheitä tapahtuu, mikä kiikastaa Lillrank ihmettelee. Lillrank pitää Crosby'n iskulausetta oikeutettuna vain määrätyissä rajoissa. Hän esittääkin, että kustannusten ja laadun suhde ei ole ihan näin yksinkertainen. Lillrankin mielestä asioita ei voida panna kuntoon ilman kyyneleitä, ilman kustannuksia ja ilman investointeja. Laadun kehittäminen maksaa kylläkin, mutta se on yleensä kannattava investointi, hyvä sijoitus, Lillrank toteaa. (Chapman 2012; Lillrank 1998, 46-47; Grönroos 2009, 176)

Lecklinin mukaan laatukustannukset ovat kuluja, joita yritykselle koituu, kun se varmistaa tuotteiden vastaavan asiakkaiden vaatimuksia. Laatukustannuksia on kahta päätyyppiä; nimittäin laatua edistäviä kustannuksia ja huonosta laadusta johtuvia kustannuksia. Laatukustannukset voidaan toisaalta ryhmitellä myös seuraavasti: ulkoiset virhekustannukset, sisäiset virhekustannukset, laadun ylläpitokustannukset ja ehkäisykustannukset. Ulkoisia virhekustannuksia koituu kun korjataan loppukäyttäjän havaitsema virhe, joka on päässyt asiakkaalle asti laadunvarmistuksen petettyä. Ulkoiset virheet syövät uskottavuutta ja ovat niitä vaarallisimpia yrityksen kannalta. Takuukustannukset ja vahingonkorvaukset ovat esimerkkejä ulkoisista virhekustannuksista. Sisäisiin virheisiin kuuluu sellaiset, jotka huomataan yrityksen sisällä ja mitkä kyetään eliminoidaan ennen kuin tuote ehditään toimittaa asiakkaalle. Sisäisiä virhekustannuksia aiheutuu esim. virhekappaleista, toimittajan huonosta laadusta ja prosessihäiriöistä. Laadun ylläpitokustannuksia syntyy kun tarkastetaan ja varmistetaan lopputuotteen laatu. Laadun mittaaminen, valvonta, tarkastukset ja testaukset ovat esimerkkejä edellämainituista. Ehkäisykustannukset puolestaan kohdistuvat prosessien kehittämiseen ja laatu-järjestelmien rakentamiseen ts. kaikki sellaiset toimenpiteet, joilla ennakolta pyritään poistamaan virhelähteet. Esimerkkejä ehkäisykustannusten aiheuttajista ovat laatukoulutus ja laatu-järjestelmän rakentaminen. (Lecklin 2002, 175-179)



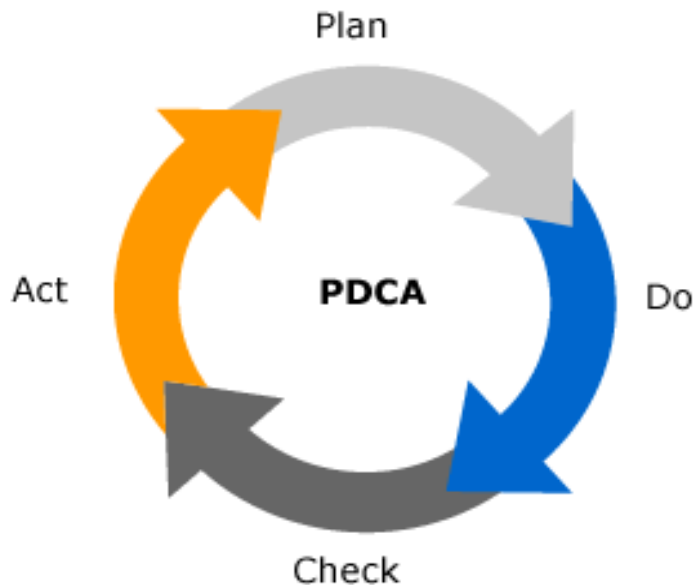
Kuvio 2. Laatukustannusten rakenne ja kehitys (mukaillen Lecklin 2002, 181)

Tutkimuksissa on todettu, että laatukustannukset voivat muodostaa peräti 20-35% yrityksen liikevaihdosta, toimialasta riippuen. Laadunkehittämisen ja laatu-järjestelmän yhtenä tavoitteena on vähentää kokonaislaatukustannuksia. Tähän päämäärään pyritään lisäämällä ehkäiseviä toimenpiteitä ts. korottamalla huonon laadun ehkäisykustannuksia voidaan alentaa laadusta aiheutuvia kokonais-kustannuksia. Laatukustannusten rakennetta ja kehitystä on kuvattu kuviossa 2. (Lecklin 2002, 180-182; Grönroos 2009, 176; Lillrank 1998, 180)

## 2.5 Laatujohtaminen

Laatua pidetään yhtenä yrityksen kriittisistä menestystekijöistä. Näillä tarkoitetaan asioita, joista liiketoiminnan onnistuminen tai epäonnistuminen riippuu. Pitkässä juoksussa koko yrityksen eloonjääminen ja liiketoiminnan jatkuminen voi olla kiinni sen kyvystä tuottaa hyvää laatua. Hyvä laatu luo kustannustehokkuutta, kilpailu-etua, asiakastyytyväisyyttä ja parempaa imagoa. Tästä syystä ei ole mitenkään yhdentekevää miten laatua johdetaan. (Lecklin 2002, 24-27; Grönroos 2009, 104)

Laatujohtamisen elementtejä ovat perusarvot, visio, missio, strategia, laatutavoitteet ja laatu politiikka. Laadun johtaminen on osa yrityksen johtamista. Laatuajattelu tulee sisällyttää kaikkeen toimintaan, läpi koko organisaation. Laatukeskus on nostanut esille muun muassa seuraavanlaisia laatu yrityksen tunnusmerkkejä: asiakassuuntautunut toiminta, johdon sitoutuminen, henkilöstön kehittäminen, nopeus ja joustavuus, suuntaus tulevaisuuteen, yhteistyö, tavoitteellisuus ja jatkuva parantaminen. Vastuu laadun johtamisesta kuuluu yrityksen ylimmälle johdolle. Johdon tulee henkilökohtaisesti sitoutua laatu työhön ja osallistua laadun kehittämiseen. Sen tehtäviin kuuluu mitattavien laatutavoitteiden asettaminen, laatu työn organisointi ja laadun jatkuva seuranta esim. laatu katselmusten muodossa. (Lecklin 2002, 27-31, 37-38, 55-58)



Kuvio 3. Demingin laatu ympyrä (mukaillen Lecklin 2002, 52)

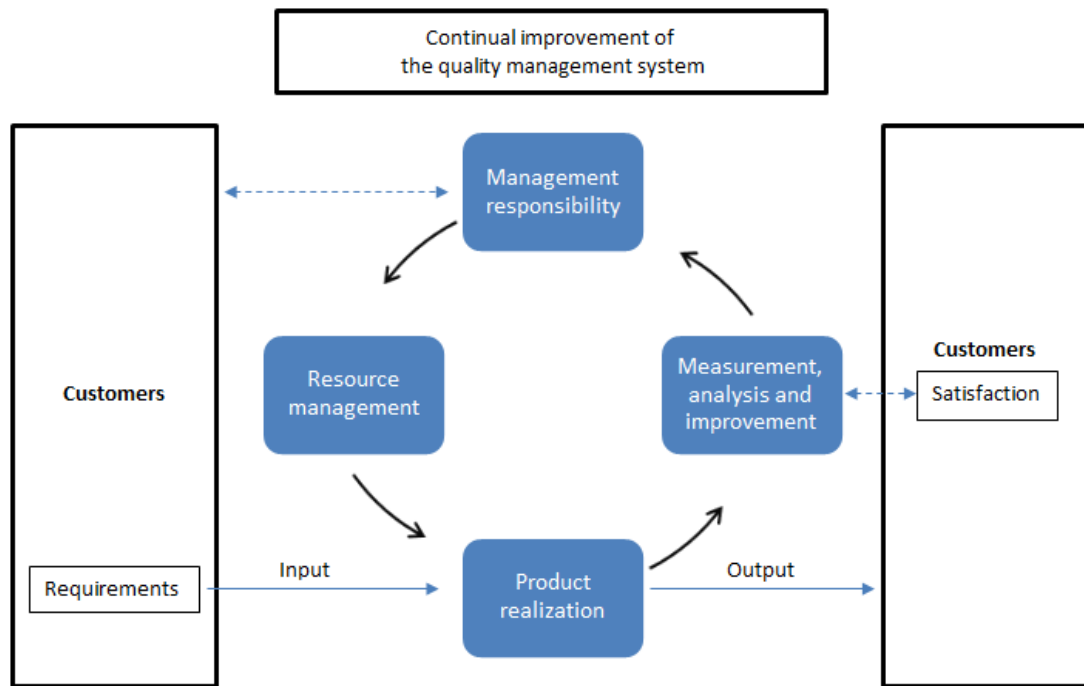
Eräs keskeisistä työkaluista laatu johtamisessa ja laadun jatkuvassa parantamisessa on ns. **Demingin PDCA-laatu ympyrä**. Tämä malli perustuu neljään eri vaiheeseen, joita ovat plan (suunnittele), do (tee), check (arvio) ja act (paranna). Ensin suunnitellaan, sen jälkeen suunnitelma toimeenpannaan. Sitten arvioidaan toiminnan laatu. Tulosten perusteella tehdään tarvittavia korjauksia. Näin ympyrä sulkeutuu ja uusi kierros alkaa. Demingin laatu ympyrä on esitetty kuviossa 3. (Lecklin 2002, 52-53; Lecklin & Laine 2009, 32)

## 2.6 Laatujärjestelmä

Laatujärjestelmä (quality system) tai laadunhallintajärjestelmä (quality management system), kuten se vuonna 2000 julkaistussa **ISO 9000 -standardissa** nimetään, kuvaa johtamisjärjestelmää, jonka avulla suunnataan ja ohjataan organisaatiota laatuun liittyvissä asioissa. ISO standardi määrittelee laadunhallintajärjestelmiä koskevat vaatimukset, joita yritys voi hyödyntää, kun sen tarvitsee osoittaa kykenevänsä toimittamaan tuotteita, jotka täyttävät asiakasvaatimukset. Vaatimukset voivat niin ikään olla lakiin tai viranomaismääräyksiin perustuvia klausuuleja. ISO 9000 -standardiperheeseen kuuluu erilaisia laatustandardeja. Kansainvälinen Standardoimisliitto (International Organization for Standardization) ylläpitää ja päivittää ISO 9000 -sarjaa. Sen rinnalla on olemassa kansallisia standardisoimisjärjestöjä, jotka vastaavat maakohtaisista standardeista. Suomessa tätä tehtävää hoitaa Suomen Standardisoimisliitto. (ISO 2012; Suomen Standardisoimisliitto SFS ry 2012; Lecklin & Laine 2009, 246)

Kun laatujärjestelmää ryhdytään rakentamaan ISO 9000 -standardien mukaiseksi, se kuvataan useimmiten kolmiona, jonka huipulla on organisaation laatukäsikirja. Laatukäsikirjassa kuvataan yhteiset pelisäännöt. Näillä varmistetaan organisaation tuotteiden ja palvelujen laatutason saavuttaminen. Laatujärjestelmän toimivuus varmistetaan sisäisillä auditoinneilla eli järjestelmän valvonnalla. (Hölttä & Savonen 1997, 19)

Laadunhallintaan (quality management) kuuluvat: laadunohjaus (quality control), laadunvarmistus (quality assurance), laadun suunnittelu (quality planning) ja laadun parantaminen (quality improvement). Laadunohjauksen tehtävä on pyrkiä täyttämään laatuvaatimukset (quality requirements), laadunvarmistuksen puolestaan varmistaa laatutavoitteiden toteutuminen (quality targets). Laatutavoitteet puolestaan perustuvat laatupolitiikkaan, joka monessa yrityksessä on tätänykyä kirjattu ISO -standardin vaatimusten mukaisesti. ISO -standardit määrittelevät laatupolitiikan seuraavasti: ”Johdon julkituoma laatuun liittyvä organisaation yleinen tarkoitus ja suunta”. Laatupolitiikkaan on kirjattu se, miten yritys suhtautuu laatuasioihin. Laatupolitiikka asettaa yrityksen toiminnalle tavoitetilan, johon pyritään laatujärjestelmää noudattamalla. (Haikala & Märijärvi 2002, 195, 197)



Kuvio 4. Laadunhallintajärjestelmän jatkuvan kehittämisen malli (mukaillen ISO 2012)

Laadunhallintajärjestelmän jatkuva parantaminen, esitetty kuviossa 4, perustuu edellämainittuun Demingin laatuympyrään sillä lisäyksellä, että tähän on myös otettu mukaan asiakasnäkökulma. Asiakas tekee laatumäärittäykset ja toimii myös arviomiehenä. Mittaamalla asiakastyytyväisyyttä saatetaan päätellä onnistuttiinko täyttämään asiakkaan asettamat vaatimukset koskien laatua. (ISO 2012; Lecklin & Laine 2009, 247)

## 2.7 Laatumittarit

Menestyksellä toiminta edellyttää jatkuvaa mittaamista. Korkealaatuiset organisaatiot mittaavat säännöllisesti. Asiat tulee pystyä muuntamaan numeroiksi. Laatualan guru Deming on todennut "ellei jotakin asiaa voida ilmaista numeroina, ei siitä tiedetä oikeastaan mitään". Mittaaminen on tärkeää yrityksen suorituskyvyn parantamisen kannalta. Mikäli toimintaa ei mitata, sitä ei voi parantaa. Ei voida olla edes varmoja siitä, säilyykö nykyinen taso vai ollaanko menemässä huonompaan

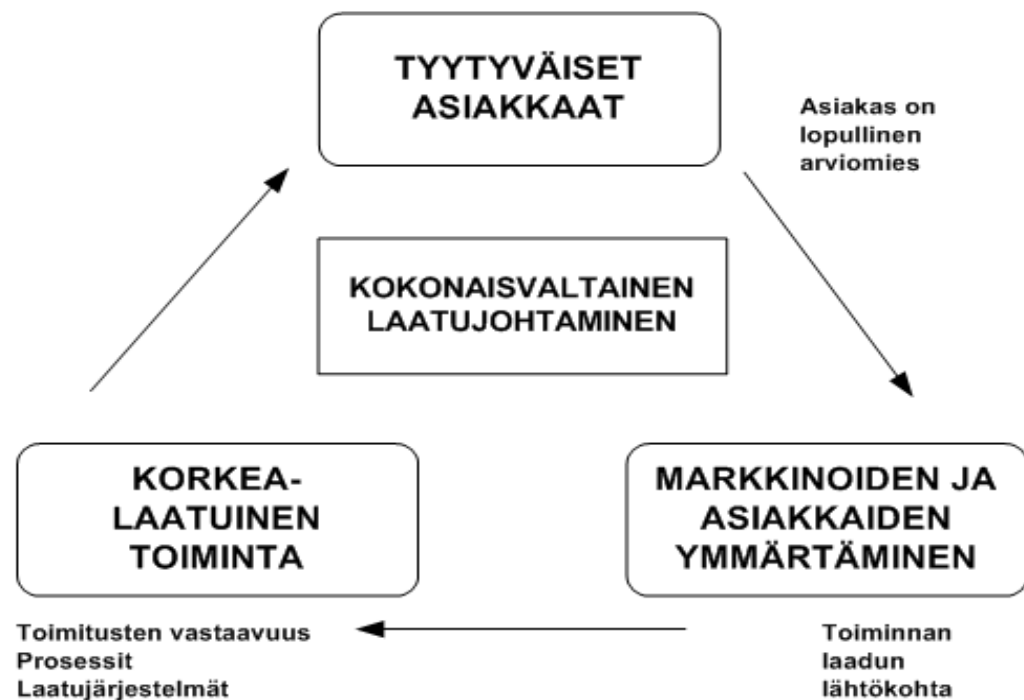


suuntaan. Mittaamisen tulee olla suunnitelmallista. Sen tulee tapahtua prosessi-  
 maisesti ja perustua mittaussuunnitelmaan, josta käy ilmi seuraavat asiat: mitä  
 mitataan, millä mitataan, miten mitataan, missä mitataan, milloin mitataan ja miten  
 tulokset raportoidaan. (Laamanen, Laine, Pääkkönen, Vaakkuri, Vallinoja &  
 Väyrynen 1999, 7-9, 37-38)

Mittaamiseen liittyy useitakin sudenkuoppia. Ensimmäinen koskee mittareiden  
 valintaa, toinen niiden määrää. Tulee tarkoin pohtia sitä, minkälaiset mittarit ovat  
 tarkoituksenmukaisia, montako niitä tarvitaan ja miten kerättyä tietoa voidaan  
 hyödyntää. Ei todellakaan ole niin, että mitä enemmän mitataan, sitä parempi.  
 Mittausjärjestelmän kehittäminen on pitkäkö prosessi. Teoreettisella tasolla  
 mittareiden ja mittaamisen suunnittelu on vielä suhteellisen helppoa. Järjestelmän  
 toimeenpanoon ja tuloksien saamiseen kuluu usein odotettua enemmän aikaa.  
 Mittausjärjestelmästä ei pidä tehdä staattista, sen tulee kyetä vastaamaan liike-  
 toiminnan muutoksiin. Mittausjärjestelmän kehittäminen on interaktiivinen prosessi,  
 jossa opitaan paitsi mittaamisesta myös mitattavista kohteista. (Kankkunen,  
 Matikainen & Lehtinen 2005, 19-26) Lillrank esittää, että mittauksella saatuja  
 tuloksia täytyy myös kyetä arviomaan. Arviointi on paikallaan varsinkin silloin, kun  
 mittauksen kohteena on jokin monimutkainen ja laaja ilmiö. Tulosten arviointi ei  
 saa olla sattumanvaraista, vaan niiden täytyy perustua ennalta määriteltuihin  
 arviointikriteereihin. (Lillrank 1998, 25)

## **2.8 Tämän päivän laatu ja tulevaisuuden laadunäkymät**

Tämän päivän laadussa asiakas on lähtökohtana. Virheettömät lopputuotteet eivät  
 vielä sinänsä ole tae korkeasta laadusta. Tarvitaan myös ulkopuolisen arvioijan,  
 asiakkaan, näkemys. Jos asiakas on tyytyväinen saamiinsa tuotteisiin, yrityksen  
 toimintaa voidaan pitää laadukkaana. Lecklinin mielestä laatutoiminnan lähtö-  
 kohtana on se, että yritys ymmärtää markkinoita ja tiedostaa asiakkaiden tarpeet.  
 Kun laatujärjestelmät ja toimintaprosessit on kohdallan, kyetään palvelemaan  
 asiakasta tyydyttävällä tavalla. Kuviossa 5 on esitetty kokonaisvaltainen laadun-  
 hallinta, kolmion muodossa. Lecklin kuvaa tätä laadukolmiona. Kaikkien sen osien  
 tulee olla kunnossa, muutoin kokonaislaadua ei synny. (Lecklin 2002, 18)



Kuvio 5. Kokonaisvaltainen laadunhallinta (Lecklin 2002, 19)

Millaisia kehitysnäkymiä laadun saralla on odotettavissa? Laadun merkitys ei ainakaan tule vähenemään, vaan se tulee jatkossakin olemaan yrityksen menestystekijä. Erillisten laatuosastojen ja laatuasiantuntijoiden tarve sen sijaan pienenee sitä mukaa kun laatu yhä enemmän integroituu muuhun toimintaan. Jatkossa tiimit itse vastaavat enenevässä määrin omasta laadustaan. Ulkopuolisiin laatuasiantuntijoihin turvaudutaan vain poikkeustapauksissa. Laatumittarit yleistyvät ja niiden avulla seurataan laadun toteutumista osana toiminnan tehokkuuden seuranta. (Lecklin 2002, 22)

Tulevaisuuden laatukäsite tulee, mitä suuremmassa määrin, myös perustumaan kestävän kehityksen periaatteelle. Kyseinen periaate, joka perustuu YK:n vuonna 1987 julkaisemaan raporttiin "Yhteinen tulevaisuutemme" (Our Common Future), painottaa mm. resurssien tehokasta käyttöä. (United Nations 1987)

### 3. LAATU OHJELMISTOYRITYKSESSÄ

#### 3.1 Ohjelmistotuotannon ongelmia

Ohjelmistotuotannon historia on lyhyt verrattuna muuhun teollisuuden tuotantoon. Ohjelmistoja, jotka luokitellaan teollisiksi tuotteiksi, on tuotettu vasta joitain vuosikymmeniä. Toisaalta, alan teknologinen kehitys on ollut todella nopeaa, mistä syystä ohjelmistotuotanto on jonkun verran kyennyt kuromaan kiinni kuilua muihin teollisuuden aloihin. Tämän päivän ohjelmistotuotteet ovat todella laajoja ja monisäikeisiä. Kyseisen yhdistelmän, alan nuoruuden ja lopputuotteen monimutkaisuuden, huomioon ottaen, ei lie ni suuri yllätys, että ohjelmistot eivät ole virheettömiä. Aika ajoin kuulee uutisia oikuttelevista pankkiautomaateista, myöhästyvistä veroilmoituksista jne. joidenka taustalla piilee jokin ohjelmistovirhe. (Haikala & Märijärvi 2002, 23-24)

Eräs toinen ongelma liittyy toteuttamistyön arvioinnin vaikeuteen. Tästä johtuen työmäärät ja aikataulut on usein arvioitu väärin, mistä syystä projektit viivästyvät ja kustannukset kohoavat pilviin. Yli puolet ohjelmistoprojekteista myöhästyy ja sen seurauksena ylittyy myös kustannusarvio. Uusista työkaluista ja menetelmistä huolimatta, ohjelmistotyön tuottavuus on edelleen liian alhaisella tasolla, varsinkin kun kehitysvauhtia, tuottavuuden kasvua, verrataan ohjelmistojen koon keskimääräiseen kasvuvauhtiin. Tässä on ilmeinen epätasapaino, johon ei ole onnistuttu löytämään ratkaisua, nykyaikaisista tuotantovälineistä ja parantuneesta tietotaidosta huolimatta. (Haikala & Märijärvi 2002, 25-26)

Miksi ohjelmistotuotannon alalla ei näyttäisi pätevän sama suunnitelmallisuus, kuin muilla teollisuuden aloilla? Eräs syy tähän lienee alan nuoruus. Edelleen sovelletaan ns. ad hoc -menetelmiä eli ratkaisuksi kelpaa mikä tahansa toimiva tapa, kunhan sillä saadaan ongelma hoidettua pois päiväjärjestyksestä. Kehitys alalla näyttäisi kulkevan kansanperinteestä kohti tiedettä. Monilla perinteisillä tekniikan aloilla on tässä suhteessa jo päästy puusta pidemmälle, ohjelmistotuotannossa ollaan vasta alkutaipaleella. (Haikala & Märijärvi 2002, 27-28)

Ohjelmistotuotannon kehittymättömyys, sen nuoruus, mainittiin jo eräänä syynä ohjelmistotyön ongelmiin. Tämän rinnalla on myös muutamia muita, perinteisistä tekniikan alan aloista poikkeavia, erityispiirteitä. Fredrik Brooks, eräs ohjelmistotuotannon tunnetuimmista asiantuntijoista, mainitsee paljon referoidussa artikkelissaan *There is no Silver Bullet* (hopealuotia ei ole olemassa) tällaisia piirteitä. Hän luettelee ohjelmistotyön erityispiirteiksi mm. ohjelmistojen luontaisen monimutkaisuuden (complexity), näkymättömyyden (invisibility) ja muunnettavuuden (changeability). (Brooks 1987) Listaan voidaan vielä lisätä ainutkertaisuus (uniqueness), menetelmien skaalautumattomuus (non-scalable methods) ja epäjatkuvuus (discontinuity). Kyseisiä käsitteitä selitetään tarkemmin seuraavaksi.

Ohjelmistot ovat monimutkaisia koska ongelmat, joita ohjelmistot ratkovat, ovat monimutkaisia. Ei ohjelmistosuunnitelulla todellisuutta miksikään voida muuttaa. Näkymättömyydellä tarkoitetaan sitä, että ohjelmistoprojektin valmiusastetta on hyvin vaikea arvioida. Muunnettavuus viittaa siihen, että ohjelmistoja on ”helppo” muuttaa. Tästä aiheutuu muutospaineita. Alkuperäisistä määrittelyistä ei pidetäkään kiinni, vaan niihin tulee muutoksia ja vaatimukset tarkentuvat ohjelmistokehityksen aikana. Monet ohjelmistoprojektit ovat ainutkertaisia ainakin siinä mielessä, että identtistä ohjelmaa ei ehkä ole tehty koskaan aikaisemmin. Ei ole olemmassa mitään valmiita suunnitelmia ja piirustuksia, joista ottaa mallia. Skaalautumattomuus tarkoittaa sitä, että samat menetelmät eivät sovi sekä pienille että suurille projekteille. Projektin koon kasvaessa tarvitaan ihan toisen tyyppistä projektinohjausta. Epäjatkuvuus viittaa siihen, että ohjelmistojen käyttäytyminen virhetilanteissa on hyvin arvaamatonta. Vähäpätöinenkin vika voi kaataa koko järjestelmän, saattaa sen käyttökelvottomaksi. (Brooks 1987)

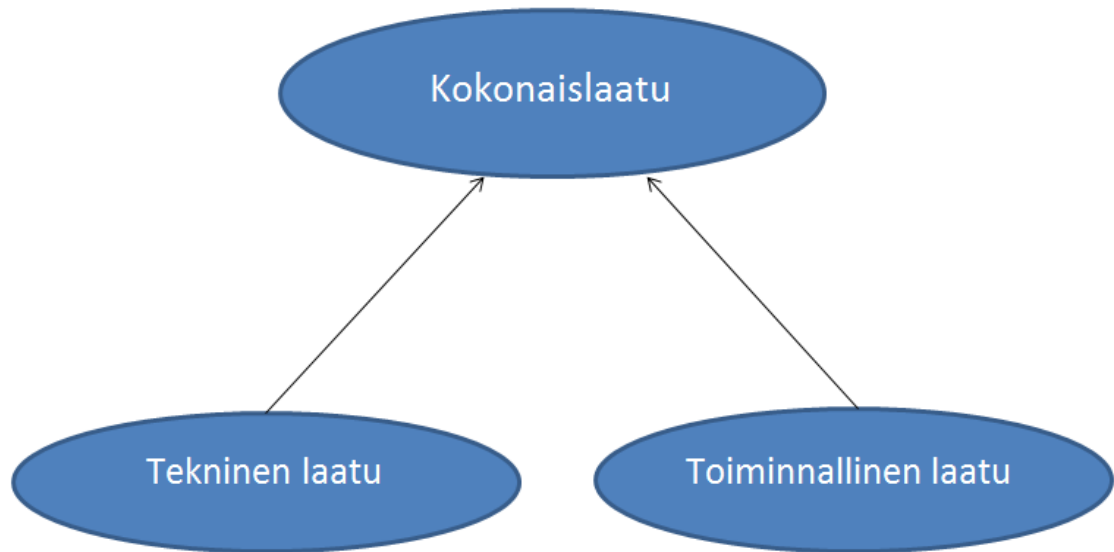
McConnell luettelee ohjelmistotuotannon klassisiksi virheiksi muun muassa epärealistiset odotukset, toiveajattelun, vaatimusten liioittelun, ylioptimistiset aikataulut, riittämättömän suunnittelun, sankariteot, laadunvalvonnasta tinkimisen, välineiden vaihdon kesken projektin ja riskienhallinnan laiminlyömisestä. Hänen mielestään ongelmat kohdistuvat sekä ihmisiin, prosesseihin, tuotteeseen ja teknologiaan. (McConnell 2002, 39-48)

### 3.2 Ohjelmistotuotteen laatu

Edellä luetellut ohjelmistotuotantoon liittyvät ongelmat voisivat antaa aihetta tiettyyn pessimismiin. Näköpiirissä ei ole senkaltaisia työvälineitä tai menetelmiä, joilla tuottavuutta voitaisiin kertaheitolla parantaa. Ongelmien taustalla vaikuttavat syyt, käytettävän teknologian keskeiset ominaispiirteet, eivät tulevaisuudessakaan tule häviämään. Hopealuoteja ei ole odotettavissa. Kannattako siis edes yrittää? Toisaalta määrätietoisella ja systemaattisella toimintatavalla voidaan päästä pitkälle. Tästäkin on olemassa useita esimerkkejä, mainittakoon vaikkapa NASA:n saavutukset tällä alueella. (Haikala & Märijärvi 2002, 31-33)

Kuten aiemmin on jo todettu, laatu käsitteenä on jossain määrin epäselvä ja määrittelemätön. Alan kirjallisuudessa on todettu, että laatu on mitä tahansa, mitä asiakkaat kokevat sen olevan. Näin myös ohjelmistotuotteen kohdalla. Ohjelmiston laadulla tarkoitetaan yleensä ohjelmistotuotteen kykyä täyttää käyttäjien toiveet ja odotukset. Eri käyttäjillä ja käyttäjäryhmillä voi olla toisistaan poikkeavat odotukset ja toivomukset tämän suhteen. Näin ollen ohjelmistotuotteen laatua voidaan pitää subjektiivisena käsitteenä. (Haikala & Märijärvi 2002, 48). Tässä yhteydessä tavataan myös puhua käsitteestä *koettu laatu*, jolla tarkoitetaan sitä, että arvioitsija, tässä tapauksessa ohjelmiston käyttäjä, antaa laadun kokemukselle oman sisäisen merkityksensä. Laatua voidaan pitää hyvänä, kun koettu laatu vastaa käyttäjän odotuksia eli täyttää hänen toivomuksensa. Laatu tulisi kyetä näkemään niin, kuin asiakas sen kokee. Koettu laatu on siis suhteellista. (Laatuakatemia 2010; Grönroos 2009, 100, 105)

Laatua voidaan tarkkailla sekä tuotteen että toiminnan kannalta. Näitä nimetään laadun kahdeksi ulottuvuudeksi ja yhdessä ne kuvaavat tuotteen tai palvelun kokonaislaatua. Edellinen vastaa kysymykseen mitä, jälkimmäinen puolestaan kysymykseen miten. Tuotelaatu eli tekninen laatu, on korkea, jos ohjelmisto on teknisesti laadukas ja virheetön. Toiminnan laadulla puolestaan ymmärretään ohjelmiston tarkoituksenmukaisuutta sitä, että se sopii tarkoitukseensa ja täyttää käyttäjän odotukset ja tarpeet. Laadun ulottuvuuksia on kuvattu kuviossa 6. (Haikala & Märijärvi 2002, 48; Grönroos 2009, 101-102)



Kuvio 6. Laadun ulottuvuuksia (mukaillen Grönroos 2009, 103)

Mitä tekniikkakeskeisempi yritys on, sitä suurempi on riski, että laatu määritellään liian kapeasti. Teknisiä ominaisuuksia pidetään laadun tärkeimpinä piirteinä. Todellisuus on kuitenkin se, että asiakkaat kokevat laadun paljon laajemmin, avarammin, kuin yleensä ajatellaan. Heidän laatukokemuksensa pohjautuu yleensä aivan muihin asioihin, kuin teknisiin ominaisuuksiin. Aina olisi pidettävä mielessä, että tärkeää on laatu sellaisena, kuin asiakas sen kokee. (Grönroos 2009, 100)

Ohjelmistotalossa laatu nähdään usein aivan liian kapeakatseisesti, se mielletään helposti vain osaksi teknistä toteutusta. Siinä missä ohjelmistosuunnittelija pitää selkeää ja hyvin jäsennehtyä koodia laadun merkinä, asiakkaan silmissä ohjelmisto on laadukas, jos se toiminnoiltaan täyttää hänen tarpeensa. Asiakas ei siis ensi kädessä katso ohjelmiston teknisiin ominaisuuksiin, vaan hän arvostaa sitä, että ohjelmisto täyttää kaikki sille määritellyt ominaisuudet. Toki ei ole yhdentekevää asiakkaalle sekään, mikä on esim. ohjelmiston suorituskkyky (performance) ja luotettavuus (reliability). Ohjelmistotuotteen laatu on näin ollen monitahoinen, sitä ei voida tarkastella vain yhdestä näkökulmasta. Laadukkaana ohjelmistona voidaan pitää sellaista, joka ei vain teknisiltä ominaisuuksiltaan toimi hyvin, vaan joka on käyttötarkoitukseen sopiva, jolla on pitkä käyttöikä, jonka elinkaarikustannukset ovat kohtuulliset ja jota voi muokata tarpeiden mukaan.

Chemuturin mielestä laadukkaan ohjelmiston tuntomerkkejä ovat ylläpidettävyys, siirrettävyys, mukautuvuus, tehokkuus, modulaarisuus, uudelleenkäytettävyys, ymmärrettävyys ja testattavuus (Chemuturi 2011, 38-41).

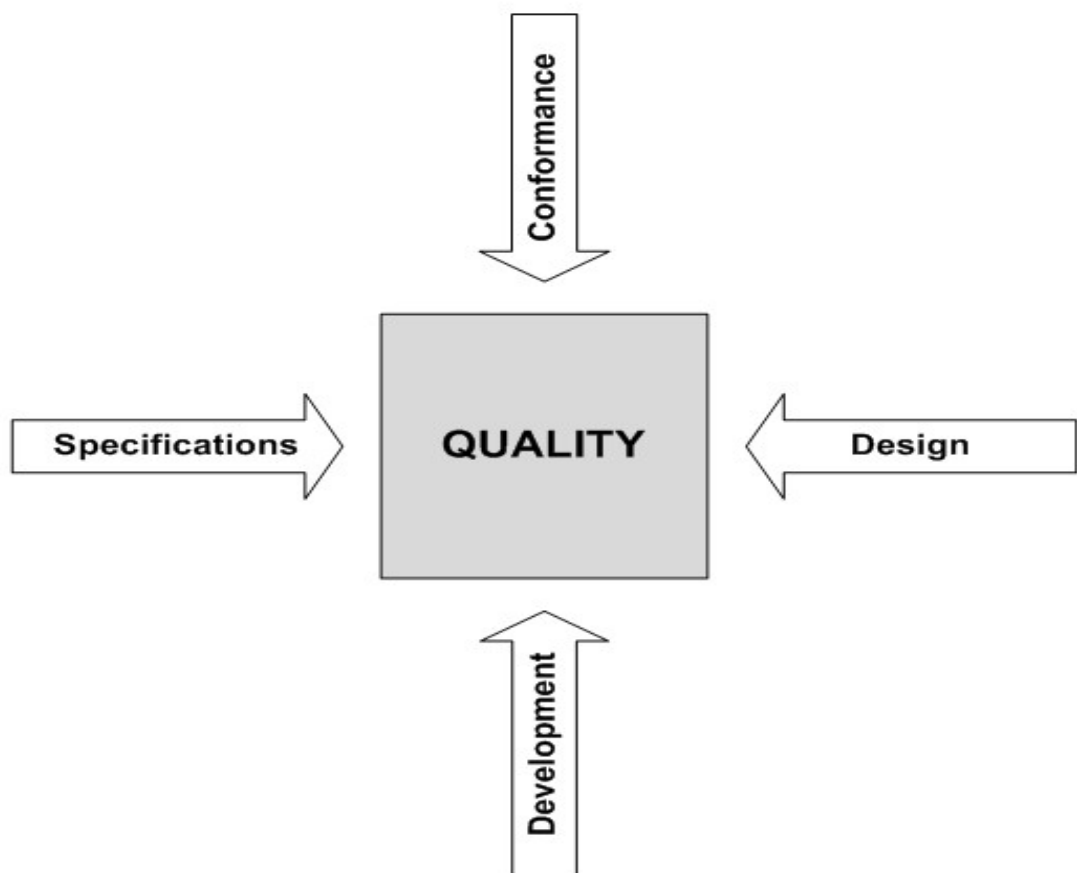
Ohjelmistossa esiintyvistä ongelmista käytetään yleensä termiä *puute*. Tällä tarkoitetaan poikkeamaa ohjelmistossa. Poikkeaman seurauksena ohjelmisto toimii virheellisesti, mikä voi ilmetä häiriönä käyttäjälle. IEEE:n standardi 982.2 määrittelee ohjelmiston puutteet kuten esitetty taulukossa 3. (IEEE 1998; Goodliffe 2007, 130; Chemuturi 2011, 42)

Taulukko 3. Ohjelmiston puutteet (IEEE 1998; Goodliffe 2007, 130)

Ongelma	Selite
puute (defect)	Poikkema ohjelmistossa.
virhe (error)	Ihmisen aiheuttama vika. Syynä voi olla epätäydelliset vaatimusmäärytykset tai laiminlyönti.
vika (fault, bug)	Vika on virheen seuraus. Odottamaton tila ohjelmistossa. Ohjelmamoduuli ei onnistu suorittamaan tiettyä toimintoa määritellyllä tavalla. Vika voi johtaa häiriöön.
häiriö (failure)	Ohjelma, tai ohjelmamoduuli, ei kykyne suorittamaan vaadittua toimintoa määrättyssä aikarajassa tai lainkaan. Häiriö on usein vian seuraus.

Chemuturi lukittelee puutteet niiden vakavuusasteen mukaan, nimittäin kriittiset, suuret ja pienet puutteet. Kriittiset puutteet aiheuttavat vakavia häiriöitä ohjelmistoon, tekevät siitä käyttökelvottoman, ja ne tulee korjata ensitilassa. Suuret puutteet voivat saattaa ohjelmiston osan, tietyn moduulin, suorituksen vikatilaan. Nämätkin tulisi pystyä poistamaan heti, kun siihen tarjoutuu mahdollisuus. Pienet puutteet ovat lähinnä kosmeettisiä vikoja, kirjoitusvirheitä yms. Laadukkaassa ohjelmistossa ei saa esiintyä kriittisiä puutteita, sillä vakavat puutteet antaa siitä käyttäjille hyvin kielteisin kuvan. (Chemuturi 2011, 42-43)

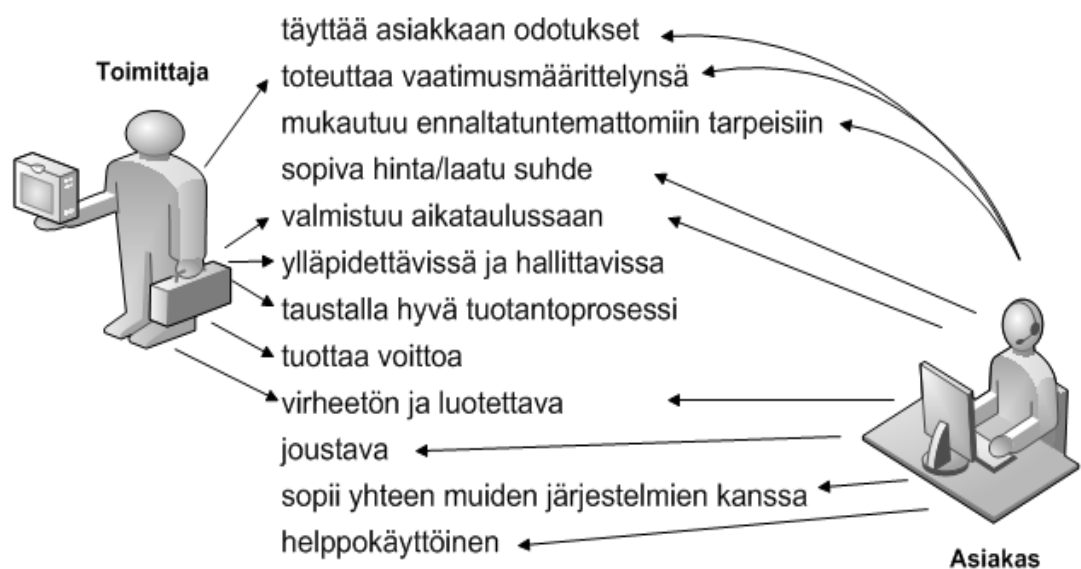
Chemuturi määrittelee ohjelmistotuotteen laadulle 4 ulottuvuutta. Näitä ovat määrittely (specification), suunnittelu (design), kehitys (development) ja noudattaminen (conformance). Hyvän laadun lähtökohta on kattava ja tarkka määrittely. Jos tässä epäonnistutaan, niin kaikki muut ponnistelut sen jälkeen ovat vain ajanhukkaa. Määrittelyjen tekemisessä kannattaa turvautua asiantuntioihin, joilla on toimialan tuntemusta. Ohjelmiston suunnittelu perustuu edellä tehtyyn määrittelyyn. Suunnitteluun kannattaa niin ikään varata riittävästi aikaa. Kehnosti tehty suunnittelu kostaatuu myöhemmin ohjelmiston korkeina ylläpitokustannuksina. Ohjelmiston kehitystyö tulee tapahtua dokumentoidun määrittelyn ja suunnitelman pohjalta, häväksi havaittuja ohjesääntöjä (guidelines) noudattaen. Kaikkien edellämainittujen noudattamista valvotaan säännöllisellä laaduntarkkailulla (quality measurement) ja mittaamisella (metrics). Kuviossa 7 on kuvattu ohjelmistotuotteen laadun ulottuvuuksia. (Chemuturi 2011, 26-30)



Kuvio 7. Ohjelmistotuotteen laadun 4 ulottuvuutta (Chemuturi 2011, 26)



Ohjelmiston laatua voidaan tarkastella sekä toimittajan (ohjelmistoyrityksen) että asiakkaan kannalta. Osa tarkastelukulmista koskee molempia osapuolia. Kuviossa 8 on esitetty tarkastelukulmia ohjelmiston laatuun. (Laine 1998)



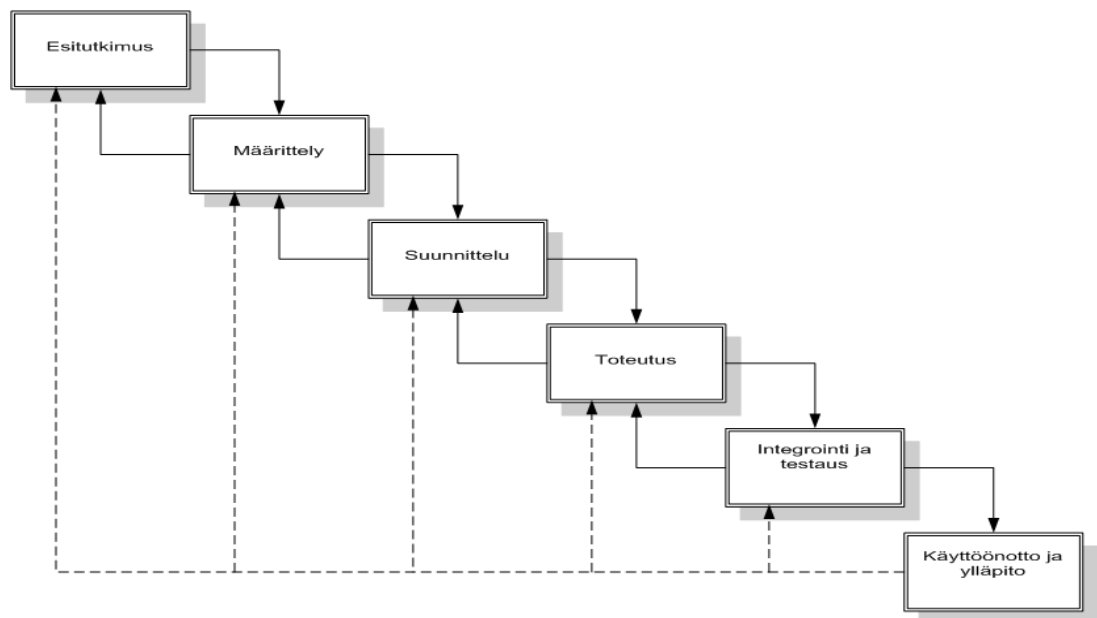
Kuvio 8. Tarkastelukulmia ohjelmiston laatuun (Laine 1998)

Ohjelmiston laatuun vaikuttaa niin ikään ne prosessit, jotka sitä valmistavat. Ohjelmistoyrityksen toimintatapa määrittää sen käytössä olevat prosessit. Tärkeimmät prosessit ohjelmistotalossa, joka valmistaa asiakaskohtaisia ohjelmistoprojekteja, ovat asiakasprosessi ja ylläpitoprosessi. Näitä kutsutaan ydin- tai pääprosesseiksi. (Haikala & Märijärvi 2002, 198)

Prosessiajattelun kulmakivi on seuraavanlainen: laadukas prosessi tuottaa laadukkaita tuotteita. Tuotantoprosessi tulee olla määritelty, jotta sen laatua voidaan mitata. Prosessia on mahdollista parantaa aiempien kokemusten perusteella. Laadukas prosessi on tehokas, edullinen, ennustettava ja vakaa. Ohjelmistotaloissa tulisi nykyistä enemmän myös panostaa prosessien kehittämiseen osana laadun parantamista. (Laine 1998)

### 3.3 Ohjelmistotuotantoprosessi

Ohjelmistotuotanto perustuu aina jonkinlaiseen ohjelmistotuotantoprosessiin. Sen suorittamisen pohjana voi käyttää erilaisia malleja. Lineaarinen malli, jonka juuret juontuvat 1970-luvulle, on perinteisin. Tästä käytetään yleensä nimitystä vesiputousmalli (waterfall model). Siitä on olemassa useita eri muunnelmia, 5-7 portaisia. Kuviossa 9 on kuvattu eräs esimerkki vesiputousmallista. Lineaarisessa mallissa työvaiheet on tarkoin rajattu ja ajateltu etenevän vaiheittain. Seuraavaan vaiheeseen siirrytään vasta edellisen valmistuttua. Vesiputousmalli on saanut osakseen paljon kritiikkiä sen joustamattomuuden tähden. (Haikala & Märijärvi 2002, 36-41; McConnell 2002, 136-139)



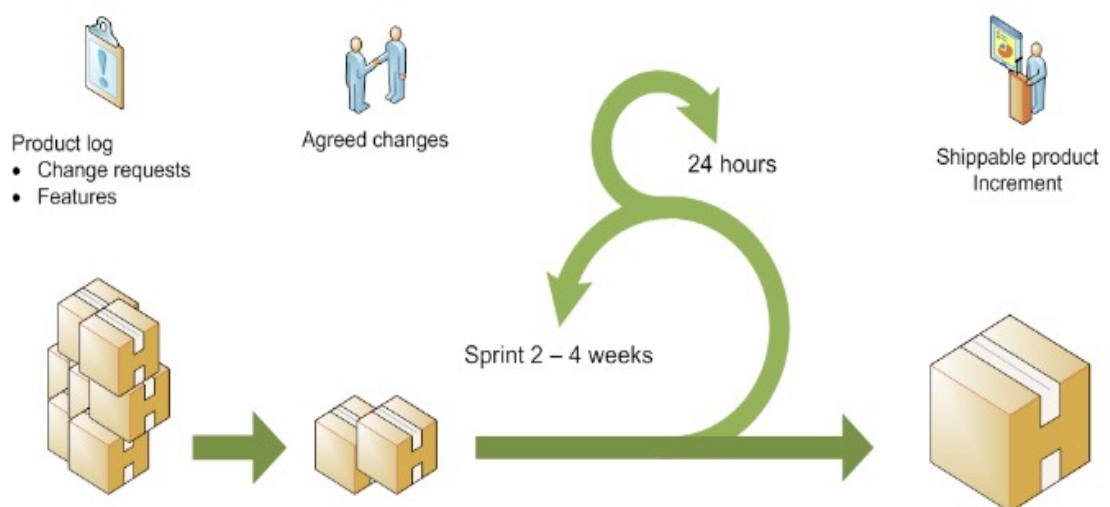
Kuvio 9. Vesiputousmalli (mukaillen Haikala & Märijärvi 2002, 36)

Nykyisin on tarjolla joukko muita vaihtoehtoja perinteisen, lineaarisen, mallin rinnalle. Ns. ketterät menetelmät (Agile Software Development) ovat vallanneet jalansijaa viimeisen kymmenen vuoden kuluessa. Ketterä menetelmä eroaa perinteisestä ohjelmistokehityksestä siinä, että tässä tekemistä jaksotetaan lyhyehköihin pätkiin. Kunkin jakson, iteraation, kesto on vain muutaman viikon, 2-4 viikkoa. Tavoitteena on tuottaa julkaisukelpoinen versio (release) jokaisen jakson päätteeksi. (Agile Manifesto 2001; Attracs 2013; Vicente 2005)

Ketterä ohjelmistokehitys on joukko menetelmiä, joita käytetään ohjelmistotuotantoprojekteissa. Ketteriä menetelmiä on useita, mm. Scrum, XP, DSDM, FDD ja Crystal. Osa menetelmistä keskittyy projektinhallintaan, toiset taas painottavat menetelmien, käytäntöjen ja periaatteiden merkitystä. (Larman & Vodde 2009, 134-144; Object Mentor Inc 2006; VersionOne 2013; Vicente 2005)

Vuonna 2001 laadittiin, usean tunnetun, muun muassa Kent Beck ja Martin Fowler, ketterien menetelmien puolestapuhujan toimesta, yhteinen julkilausuma (The Agile Manifesto) jonne on kirjattu kyseisten menetelmien perusmääritelmiä. Julkilausumassa määritellään ketterille menetelmille 12 periaatetta ja neljä tyypillistä arvoa, joita menetelmät noudattavat. (Agile Manifesto Principles 2001)

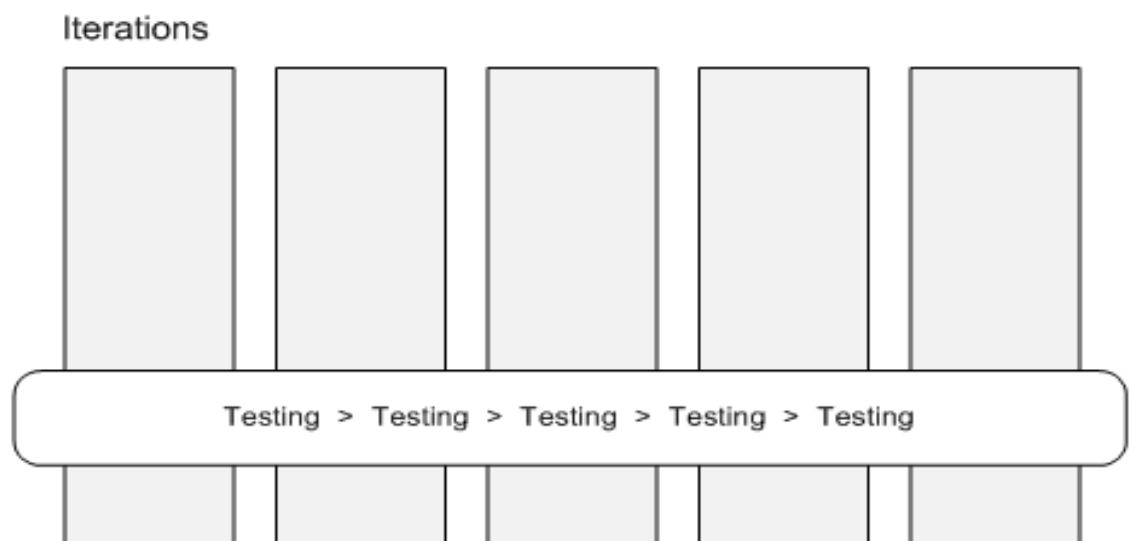
Lukuisista hyvistä ja myönteisistä puolistaan huolimatta, ketterä ohjelmistokehitys asettaa myös ihan omat haasteensa ohjelmistotuotantoprosessille ja sen parissa työskenteleville. Agile Manifestin (Agile Manifesto Principles 2001; Larman & Vodde 2009, 143-144) mukaan se edellyttää muun muassa läheistä yhteistyötä eri toimijoiden kesken, joustavuutta reagoida muuttuviin tilanteisiin, valmiutta vastaanottaa muutostarpeita myös prosessin loppuvaiheessa ja itseohjautuvaa tiimityöskentelyä. Kuviossa 10 on kuvattu eräs ketterä ohjelmistokehitys malli.



Kuvio 10. Ketterä ohjelmistokehitys (Attracs Intranet 2013)

Tämänkaltaisen dynaaminen, alati muuttuva, ympäristö edellyttää myös toisenlaisia ohjelmiston laadunvarmistus- ja testausmenetelmiä. Testauksen tulee astua kuvaan huomattavasti aiemmassa vaiheessa, sen tulee olla jatkuvaa ja pitkälle automatisoitua. (Rally Software 2005; Pham & Pham 2002, 113)

McConnell esittääkin, että ketterässä ohjelmistokehityksessä testaus tulee aloittaa mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Itse asiassa sen tulee olla luonnollinen osa kutakin iteraatiota, niin kuin esitetty kuviossa 11. Testaus onkin hänen mielestään ketterien menetelmien eräs kulmakivi. Tiimin kyky tuottaa uutta toiminnallisuutta on pitkälti kiinni siitä, miten hyvin testaus on organisoitu, hän jatkaa. Perinteisessä, lineaarisessa, vesiputostmallissa testaus ajoittuu vasta projektin loppuvaiheeseen, ohjelmointityön jälkeen, kuten kuvioista 9 käy ilmi. Ketterässä mallissa, esim. Scrum projektissa, sitä tehdään kaiken aikaa, rinnakkain ohjelmoinnin kanssa. (Pham & Pham 2002, 113-114)

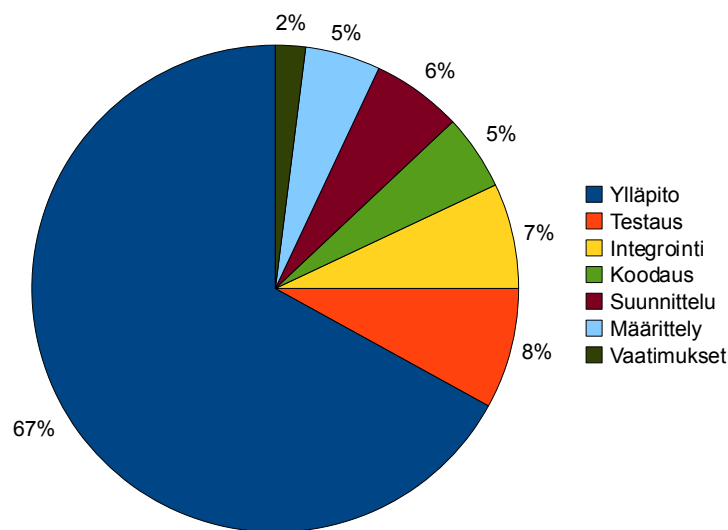


Kuvio 11. Testaus osa ketterää ohjelmistokehitystä (Pham & Pham 2002, 114)

Aikaisessa testauksessa on vielä se hyvä puoli, että siinä ohjelmiston kehittäjä saa nopeaa palautetta työstään, mikä mahdollistaa sen, että virheet saadaan korjattua mahdollisimman pian, jolloin välttyään niiden kerrannaisvaikutuksilta. Asoita on myös helpompi oikaista kun ne vielä ovat koodaajalla tuoreessa muistissa.

### 3.4 Ohjelmiston elinkaarikustannukset laadun näkökulmana

Ohjelmiston elinkaari (life cycle) tarkoittaa sitä aikaa, joka kuluu ohjelmiston kehittämisen aloittamisesta sen poistamiseen käytöstä. Elinkaarikustannukset ovat näinollen kaikki ne kulut, jotka ohjelmiston kehitystyöstä ja ylläpidosta aiheutuu kyseisenä aikajaksona. Kustannusten jakautuminen, ohjelmiston elinkaaren eri vaiheisiin, on tietenkin tapauskohtaista. Kuviossa 12 on esitetty ominainen esimerkki kustannusjakaumasta. (Haikala & Märijärvi 2002, 55-57)

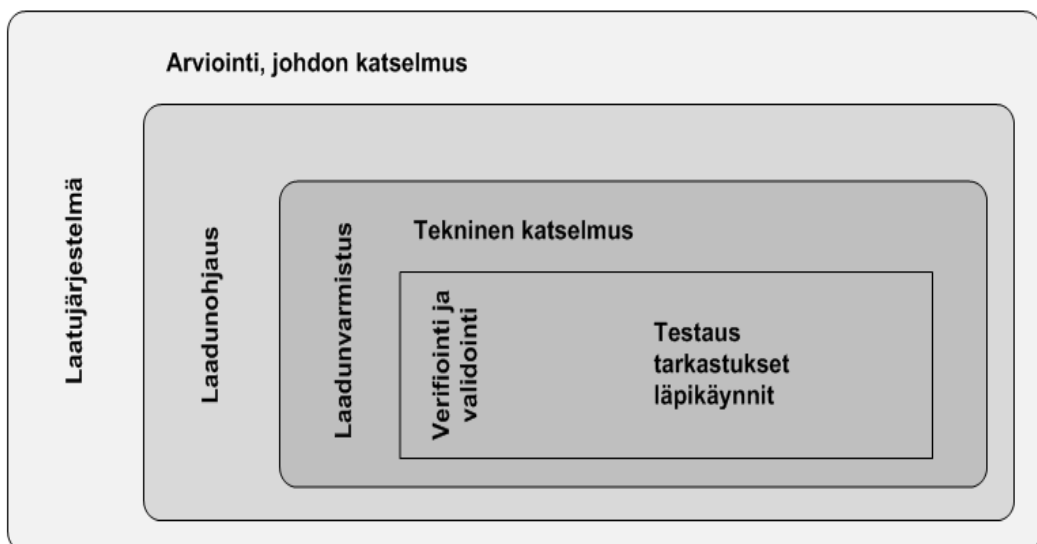


Kuvio 12. Elinkaarikustannusten jakautuminen (Haikala & Märijärvi 2002, 55)

Haikala & Märijärvi esittää, että ylläpitokustannukset muodostavat peräti 2/3 koko elinkaaren aikana syntyvistä kuluista. Suurimmat potentiaaliset säästöt voidaan saavuttaa jos onnistutaan pienentämään ohjelmiston ylläpitokustannuksia. Tehokkain keino tähän on erinäiset ennaltaehkäisevät toimenpiteet, joilla pyritään minimoimaan ko. kustannusten syntymistä, niiltä osin kuin se on mahdollista. Tässä korostuu perusteellisesti tehtyjen määrittelyjen, huolellisen suunnittelun, hyvin jäsennellyn ohjelmakoodin ja asianmukaisen dokumentoinnin merkitys. Ohjelmoinnissa häsläämällä saavutettu mitätön ajansäästö kostaatuu moninkertaisesti ohjelmiston elinkaaren myöhemmissä vaiheissa. Virheitä ei voida kokonaan välttää, niitä sattuu, mutta jos ne onnistutaan poistamaan järjestelmästä mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, niiden kerrannaisvaikutuksilta vältytään.

### 3.5 Laadunvarmistus

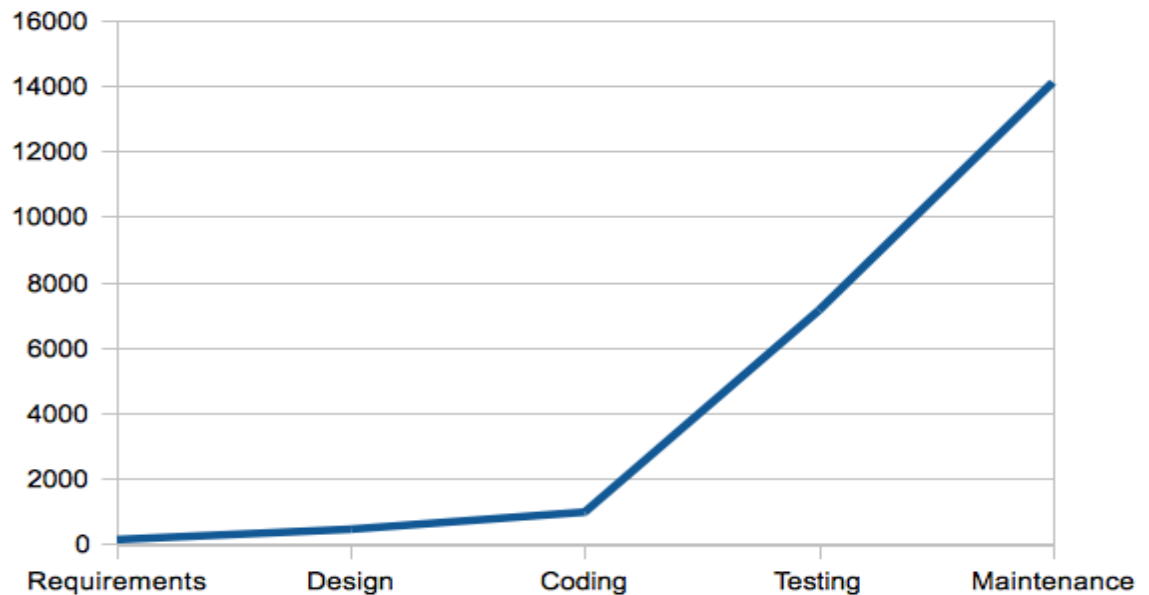
Ohjelmistojen ja niitä valmistavien prosessin laatua pyritään valvomaan erinäisillä laadunvarmistuskeinoilla. Laadunvarmistukseen (quality assurance) on niin ikään olemassa monta eri näkökulmaa. Näkökulmana voi olla esim. yksittäinen projekti tai tietty prosessi. Laadunvarmistus voi siis kohdistua tuotantoprosessiin tai tuotteiden laatuun. Prosessinäkökulma on tärkeä. Kannattaa jälleen kerran palauttaa mieleen prosessiajattelun kulmakivi; laadukas prosessi tuottaa laadukkaita tuotteita. Laadunvarmistukseen liittyviä termejä on esitetty kuviossa 13. Katselmuksia on kahden tasoisia. Johdon katselmukset liittyvät laatujärjestelmän toimivuuteen, tekniset katselmukset puolestaan kohdistuvat yksittäisiin projekteihin ja niiden sisäisiin tapahtumiin. (Haikala & Märijärvi 2002, 265-272)



Kuvio 13. Laadunvarmistukseen liittyviä termejä (Haikala & Märijärvi 2002, 265)

Testauksella ja tarkastuksella pyritään löytämään potentiaaliset virheet mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jotta niiden kerrannaisvaikutuksilta välttyttäisiin ja ohjelmiston elinkaarikustannukset pysyisivät kohtuullisella tasolla. Virheiden korjauskustannukset kasvavat nopeasti, mitä myöhempään vaiheeseen niiden löytäminen siirtyy. Jos virhe läpäisee laadunvarmistuksen ja pääsee leviämään valmiiseen tuotteeseen asti, sen korjaaminen voi koitua satoja, jopa tuhansia

kertoja kalliimmaksi, kuin määrittelyvaiheessa löydetty virhe. Tähän pitää vielä lisätä mahdolliset taloudelliset tai muut vahingot, joita virhe saattaa tuottaa loppuasiakkaille. Ohjelmistovirheiden ja -puutteiden korjauskustannuksia on kuvattu kuviossa 14. (Pressman 2010, 408-409)



Kuvio 14. Ohjelmistovirheiden korjauskustannuksia (mukaillen Pressman 2010, 409)

Pressmannin mielestä ohjelmistotuotannon eräs dilemma, pulma, onkin juuri kysymys koskien: milloin ohjelmisto on kyllin hyvä, koska ollaan saavutettu riittävä laatutaso. Mikäli tuotteen laatutaso on hyvin alhainen kukaan ei halua ostaa sitä, toisaalta ylilaadustakaan ei välttämättä olla valmiita maksamaan. Jälleen nousee esiin kysymys laadun kustannuksista: paljonko hyvä laatu maksaa, entäpä huono? Kaikki tiedostavat hyvän laadun merkityksen ja useimmat tahtoisivat tuottaa parasta mahdollista, mutta käytännössä tyydytään kuitenkin ”riittävän hyvään” laatuun. Täydellinen, tai edes lähes täydellinen, tulisi liian kalliiksi ja/tai sen tuottaminen kestäisi liian kauan, jolloin tuotteen markkinoille saattaminen voisi myöhästyä. Yleinen käytäntö allalla on, että ohjelmistoissa saallitaan tietty määrä puutteita ja tuotteita myös toimitetaan/myydään tietoisina siitä, että ne eivät ole virheettömiä, vaan saattavat sisältää bugeja. (Pressman 2010, 406-408)

Usein laadunvarmistus mielletään samaksi asiaksi kuin testaus. Näin ei kuitenkaan ole, vaan nämä kaksi asiaa eroavat toisistaan hyvin merkittävästi. Testauksen tehtävä on löytää ohjelmistossa esiintyvät tekniset virheet ja puutteet sekä varmistaa, että se on toteutettu määrittelyjen mukaisesti. Laadunvarmistus puolestaan on luonteeltaan ennaltaehkäisevää toimintaa. Sen tehtävä on varmistaa prosessien ja käytäntöjen toimivuuden, esim. laatu järjestelmän osalta. Testaus on näinollen vain pieni osa kokonais laadunvarmistusta. Koko vastuuta ohjelmiston laadunvarmistuksesta ei tulisi sysätä yksittäisten testaajien harteille, kuten usein näkee tapahtuvan, vaan ohjelmiston kehittäjien tulee kantaa siitä oma osansa. Kokonaisvastuu kuuluu loppukädessä tuotepäällikölle tai tuotteen toimittajalle. (Goodliffe 2007, 132)

Muita laadunvarmistukseen liittyviä termejä ovat muun muassa ohjelmiston kääntämisen skriptaus (scripted builds), ohjelmiston automaattinen kääntäminen (automated builds), puutteiden ja muutosten jäljitettävyyden seuranta (tracking of issues and features), pariohjelmointi (pair programming), ohjelmakoodin katselmus (code review) ja refaktorointi (refactoring). (Richardson & Gwaltney 2007, 26-31, 36-41, 88-97; Fowler 2013) Kyseisiä käsitteitä selitetään tarkemmin seuraavaksi.

Ohjelmiston kääntäminen tekee lähdekoodista ajettavan ohjelman. Kyseinen toimenpide voidaan suorittaa joko suoraan kehitysympäristössä tai vaihtoehtoisesti jotain skriptiä käyttäen. Suoraan käännökseen kehitysympäristössä liittyy se heikkous, että näitä ympäristöjä ei yleensä ole yhdenmukaistettu, kullakin koodaajalla on omat asetuksensa, jolloin käännetyn ohjelmiston tarkasta sisällöstä ei voida olla varmoja. Käännöksen skriptauksella voidaan varmistua siitä, että tuotos on aina sama, sellainen kuin sen halutaan olevan, parametrit ja polut ovat yhdenmukaisia jne. (Richardson & Gwaltney 2007, 26-30)

Ohjelmiston automaattinen kääntäminen tarkoittaa sitä, että käännösprosessi tapahtuu itsestään. Tämä voidaan toteuttaa usealla eri tavalla. Edellytyksenä on kuitenkin, että kääntäminen on skriptattu kuten edellä on kuvattu. Kääntäminen voidaan automatisoida tapahtuvaksi esim. kerran vuorokaudessa, kerran tunnissa tai vaikkapa jokaisen koodi muutoksen yhteydessä, tarpeen mukaan. Säännöllisyys on kuitenkin tärkeää. (Richardson & Gwaltney 2007, 31)



Puutteiden ja muutosten jäljitettävyyden edellyttää niiden järjestelmällistä käsittelyä. Tätä varten tarvitaan jokin tarkoitukseen sopiva it-järjestelmä, jonne näitä kirjataan. Kyseinen palikka voi olla osa lähdekoodin versionhallintajärjestelmää tai vaihtoehtoisesti ihan erillinen sovellus. Lokeista voidaan seurata mitä puutteita on esiintynyt missäkin versiossa, mitä korjauksia on suoritettu ja minkälaisia muutoksia tehty mihinkin versioon. (Richardson & Gwaltney 2007, 36-41)

Pariohjelmointi on käytäntö, missä kaksi koodaajaa työskentelee yhdessä samalla näytöllä. Toinen toimii pääohjelmoijana ja toinen seuraa vierestä. Vieruskaverin tehtävä on mm. etsiä koodissa mahdollisesti piileviä virheitä sekä toimia pääohjelmoijan tukena. Rooleja voidaan vaihtaa joustavasti sen mukaan kuin on tarvetta. Lyhyellä tähtäimellä tällainen tapa toimia ei nosta työn tuottavuutta, mutta pitkässä juoksussa se kannattaa, koska tuloksena syntyvän koodin laatu on huomattavasti parempi. Tämä on myös hyvä ja tehokas tapa jakaa tietoa ja oppia toisilta. Pariohjelmointi on menetelmä, jota harrastetaan muun muassa XP piireissä. (Richardson & Gwaltney 2007, 88)

Ohjelmakoodin katselmus on menettely, jossa ohjelmoija ja esim. laadun tarkkailija, testaaja tai toinen ohjelmistokehittäjä, yhdessä tarkistavat kirjoitetun koodin ennen kuin se viedään lähdekoodin versionhallintajärjestelmään. Tällainen tapa ohjaa tai suorastaan ”pakottaa” kehittäjää suureen huolellisuuteen, koska hän tietää tuotoksensa joutuvan tarkastuksen kohteeksi. Katselmustilanteessa koodaaja joutuu myös puolustamaan aikaansaannostaan, perustelemaan valintojaan ja tekemään tiliä siitä, miksi hän on päätenyt tiettyihin ratkaisuihin. Ohjelmakoodin katselmus on niin ikään kustannustehokas tapa löytää ja korjata virheitä. Katselmus voidaan myös hoitaa edellämainitun pariohjelmoinnin muodossa. Tällöin kehittäjän saama palaute omasta työstä on välitöntä. (Richardson & Gwaltney 2007, 88-97)

Refaktoroinnilla tarkoitetaan työtä, mitä tehdään ohjelmakoodin pitämiseksi ymmärrettävänä ja ylläpidettävänä. Tämän työn tuloksena ohjelman varsinainen toiminnallisuus ei muutu, kylläkin sen laatu. Tässä keskitytään ohjelmiston sisäisen toteutuksen parantamiseen, koodin jäsentelyyn jne. Refaktoroinnin tulisi olla jatkuvaa ja siihen pitäisi varata riittävästi resursseja. (Fowler 2013)

### 3.6 Testaus virheiden eliminointikeinona

Puhekielessä testauksella tarkoitetaan lähes mitä tahansa kokeilemistä. Ohjelmistojen laadunvarmistuskeinona testaus määritellään *suunnitelmalliseksi virheiden etsimiseksi*. Suunnitelmallisuus on tärkeää, jottei toimenpide ole pelkkää ohjelman umpimähkäistä kokeilemistä. Tarkoitus ei ole ensisijaisesti osoittaa ohjelman, tai sen tiettyjen osien, toimivuus, vaan nimenomaan virheiden löytäminen. Testauksella on mahdollista osoittaa, että ohjelmassa on virheitä. Sen sijaan ohjelman virheettömyyttä testauksella ei voi todistaa, edes yksinkertaisissa tapauksissa. Kattava testaaminen, kaikenkattavasta puhumattakaan, on käytännössä mahdotonta. Yleensä joudutaan tyytymään määrään, joka kattaa vain murto-osan kaikista mahdollisista tilanteista, aika- ja kustannussyistä johtuen. Testaukseen panostettava määrä on aina kompromissi, jossa vastakkain ovat käytettävissä olevat resurssit ja toisaalta riittävän virheetön lopputuote. Testaukseen tarvittava määrä on siis vaikea arvioida. Tiettyjen projektien osalta sitä voisi jatkaa kunnes aika ja/tai rahat loppuvat. Kullekin projektille/ohjelmistolle tulisi kuitenkin pystyä asettamaan tietyt kriteerit testauksen lopettamiselle. Eräs tällainen kriteeri voi olla esim. virheikäyrän tasaantuminen. Hyväksymiskriteerit määritellään testaussuunnitelmassa. (Haikala & Märijärvi 2002, 281-283)

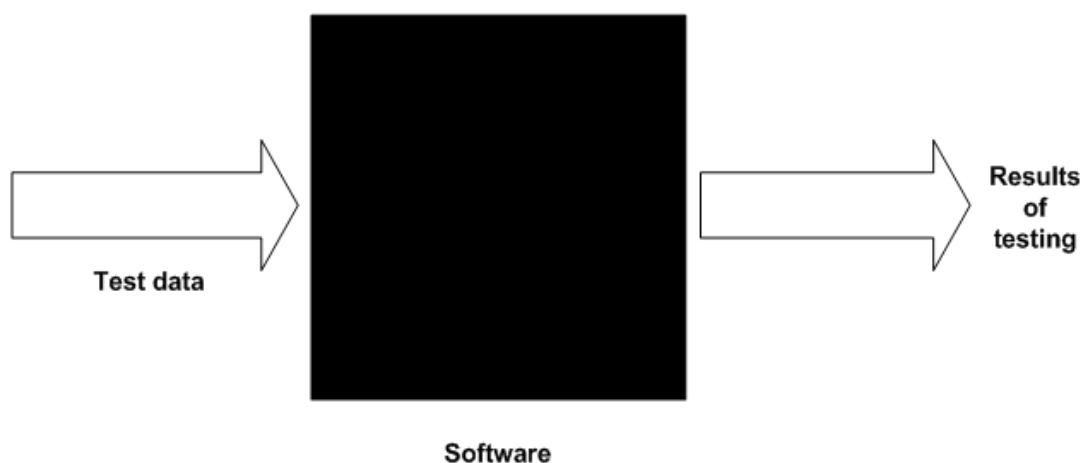
Testaukseen liittyy useita työvaiheita. Näitä ovat: testauksen suunnittelu, testi-ympäristön luonti, testin suorittaminen ja tulosten tarkastelu. Testauksen pohjana tulee olla jokin spesifikaatio. Käytettäviä spesifikaatioita ovat yleensä toiminnallinen- ja tekninen määrittely. Poikkeamaa spesifikaatiosta nimetään virheeksi (error, bug). Toki on mahdollista, että kyseisten dokumenttien tulkinnoissa esiintyy erimielisyyksiä, jolloin joku osapuoli voi tulkita virheen ominaisuudeksi (feature) tai toisinpäin. Paraskaan spesifikaatio ei ole virheetön. Tässäkin kohtaa korostuu, jälleen kerran, hyvien ja tarkkojen määrittelyjen merkitys. (Haikala & Märijärvi 2002, 281, 285)

Chemuturi esittää kuusi testaukseen liittyvää periaatetta. Ne ovat: testaus pitää tehdä määrittelyjen pohjalta, ennen testien aloittamista tulee tehdä testisuunnitelma, ohjelmiston testaukseen pätee Pareton laki, testaaminen aloitetaan pienimmästä yksiköstä edeten kohti suurempia kokonaisuuksia, kaiken kattavaa

testausta ei voida tehdä ja lopullisen testauksen tulee suorittaa henkilö, joka ei itse ole osallistunut ohjelmiston kehitykseen. (Chemuturi 2011, 139)

Ohjelmiston testaukseen liittyy erilaisia testaustasoja. Näitä ovat yksikkötestaus (unit testing), moduulitestaus (module testing), integrointitestaus (integration testing) ja järjestelmätestaus (system testing). Näiden lisäksi saatetaan vielä tehdä erillisiä hyväksymistestauksia (acceptance testing), käytettävyytestauksia (usability testing), suorituskäyttestauksia (performance testing), kuormitus-testauksia (stress testing), tietoturvatestauksia (security testing), käyttöönotto-testauksia (deployment testing) ja regressiotestauksia (regression testing) eli uudelleentestausta. (Haikala & Märijärvi 2002, 286-288; Chemuturi 2011, 164-177; Goodliffe 2007, 138-139; Pressman 2010, 449-472)

Testausstrategioissa on kaksi peruslähestymistapaa: lasilaatikkotestaus (glass/white box testing) ja mustalaatikkotestaus (black box testing). Lasilaatikkotestauksessa testitapausten valinnassa hyödynnetään tietoa ohjelman toteutuksesta. Mustalaatikko-testauksessa testitapaukset valitaan testattavan ohjelman määrittelyjen perusteella tutustumatta ohjelman toteutukseen. Mustalaatikko testausta on kuvattu kuviossa 15. (Goodliffe 2007, 140-141)



Kuvio 15. Mustalaatikkotestaus (Chemuturi 2011, 139)

Entäpä alpha ja beta testaus: mitä näillä käsitteillä tarkoitetaan? Ne liittyvät lähinnä ohjelmiston lopputestaukseen. Alpha testaus suoritetaan yleensä ohjelmistotalon sisällä, oman henkilökunnan voimin. Beta testaukseen voi osallistua myös ulkopuolisia tahoja, kuten esim. asiakas tai joku referenssiryhmä. Ennen lopullista, virallista, versiota rakennetaan vielä kandidaatti julkaistavaksi versioksi (Release candidate). Ohjelmiston testaukseen osallistuu siis sen kehittäjät, laadunvarmistus (LV) ja mahdollisesti myös ulkopuolisia tahoja. Ohjelmistotestauksen vaiheita on kuvattu taulukossa 4. (Goodliffe 2007, 140-141)

Taulukko 4. Ohjelmistotestauksen vaiheita (Goodliffe 2007, 140-141)

Vaihe	Selite	Testauksen suorittajat
Alpha versio	Ensimmäinen toimintavalmis versio. Tässä versiossa on vielä paljon laatupuutteita, virheitä ja vikoja.	Kehittäjät, LV
Beta versio	Suhteellisen vakaa versio. Sisältää enää vähän vikoja. Julkaistaan rajatulle yleisölle.	LV, Ulkomaailma
Release candidate	Viimeinen vaihe ennen lopullista, virallista, versiota. Julkaistaan yleensä vain testi-osaston käyttöön.	LV

Osa testeistä tulisi automatisoida. Tätä varten on olemassa valmiita ohjelmistojen testaustyökaluja ja -kehyskiä. Automatisointi kannattaa koska se on kustannustehokasta ja se toimii johdonmukaisesti. Testejä kannattaa lisätä paljon, mitä enemmän sitä parempi. Hyvä testikehys, kuten myös hyvä testaaja, on kunnoinen asia. Tämä auttaa pitämään ohjelmistoa huippu kunnossa, löytää ohjelmistossa esiintyviä puutteita nopeasti ja antaa pikaista palautetta ohjelmiston kehittäjille. (Richardson & Gwaltney 2006, 43) Ohjelmistossa esiintyvät virheet on ensisijaisen tärkeä löytää mahdollisimman varhaisessa vaiheessa jotta niiden kerrannaisvaikutuksilta vältyttäisiin ja ohjelmiston ylläpitokustannukset pysyisivät kohtuullisella tasolla, kuten luvussa 3.4 *Ohjelmiston elinkaarikustannukset laadun näkökulmana* jo todettiin. Tähän tarkoitukseen pitkälle automatisoidut testit ovat oiva apuväline.

### 3.7 Lähdekoodin versionhallinta laadun takeena

Lähdekoodin versionhallintajärjestelmä (Source code control system) pitää kirjaa tiedostoihin, lähdekoodiin, tehdyistä muutoksista. Versionhallinta tallentaa myös tiedostojen vanhemmat versiot. Tämä mahdollistaa sen, että mikä tahansa aikaisempi versio voidaan tarvittaessa rakentaa eli kääntää uudelleen, riippumatta siitä, mitä muutoksia ohjelmiston uudempiin versioihin on tehty. Ohjelmiston automaattisessa kääntämisessä, jota kuvattiin edellä, voidaan hyödyntää tätä ominaisuutta. Projektin (ohjelmiston) käännös mekanismi voi automaattisesti versionhallinnasta hakea (check-out) joko uusimmat lähdetiedostot, mikäli halutaan rakentaa viimeinen versio (tip version), tai sitten jonkun tietyn aiemman version lähdetiedostot, jos tarve on uudelleenkääntää joku aikaisempi reliisi. Versionhallinta toimii eräänlaisena aikakoneena, aikaikkunana, jonka kautta voidaan tarkistaa, miltä tilanne näytti jonain tiettyinä ajankohtana. Versionhallintajärjestelmän tuomat muut hyödyt: muutosten seuranta (revisions), jäljitettävyyden (traceability) ja tietovarasto (repository). (Hunt & Thomas 2006, 86-88) Kyseisiä käsitteitä selitetään tarkemmin seuraavaksi.

Versionhallinta pitää kirjaa jokaisesta muutoksesta. Tällä voidaan seurata tehtyjä muutoksia. Haluttaessa voidaan tiedostojen eri versioita verrata keskenään ja tarkistaa mikä lähdekoodissa on muuttunut. Tästä on suuri apu, kun halutaan tietää missä vaiheessa jokin tietty ominaisuus on lisätty/poistettu tai joudutaan selvittämään, milloin jokin tietty virhe/vika on päässyt pesiytymään ohjelmistoon. Versionhallintajärjestelmä mahdollistaa niin ikään tehtyjen muutosten helpon jäljitettävyyden. Aina kun järjestelmään tallennetaan (check-in) jotain, niin tapahtumalle kirjataan revisio (revision), aikaleima (modified time), tekijä (modified by) ja selite (comment). Näin jokaisesta tiedostosta on olemassa täydellinen muutoshistoria. Haluttaessa voidaan selvittää, mitä muutoksia kukin koodaaja on tehnyt tiettyyn tiedostoon tai listata jonkun yksittäisen henkilön kaikki aikaansaannokset jonain tiettyinä aikajaksona. Eräs esimerkki lähdekoodin versionhallinnasta on esitetty kuviossa 16. (Hunt & Thomas 2006, 86-87)

View	Revision	Modified By	Modified Time	Comment
Test Project	▶ 3	Juha Åkerlund	8.1.2013 16:40:29 (11 minutes, 34 seconds ago)	Yet another fix.
Test Project	2	Juha Åkerlund	8.1.2013 16:40:01 (12 minutes, 2 seconds ago)	Bugfix in for-loop.
Test Project	1	Juha Åkerlund	8.1.2013 16:36:08 (15 minutes, 55 seconds ago)	This is the first check-in.

Kuvio 16. Lähdekoodin versionhallinta

Versionhallintaa voidaan myös käyttää arkistona. Kyseiset järjestelmät sisältävät keskitetyn tietovaraston (repository) jonne kaikki muutokset tallentuvat. Tämän lisäksi kullakin koodaajalla on paikallinen kopio kaikista tiedostoista, mikä entisestään kohentaa luotettavuutta, koska datasta on olemassa useita kopioita. Voidaan siis olla varmoja siitä, että kaikki tieto on hyvässä tallessa. Tietovarastosta tulee tietenkin säännöllisesti ottaa varmuuskopio nauhalle. (Hunt & Thomas 2006, 87-88)

### 3.8 Standardointi ja sertifiointi

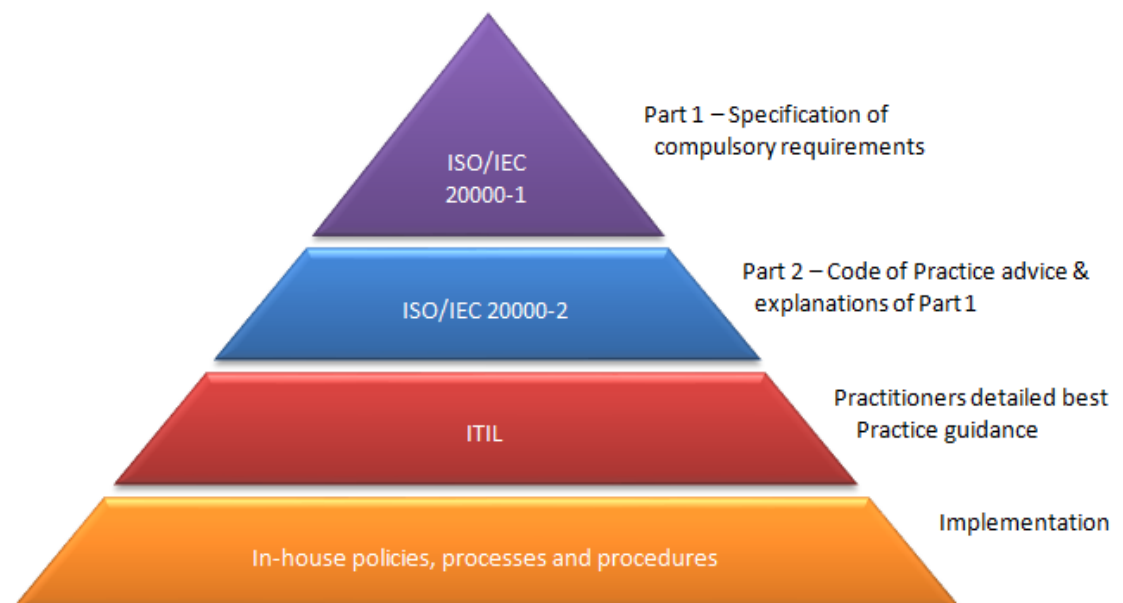
**ISO 9126** on kansainvälinen ISO -standardi ohjelmistojen laadun evaluointiin, johon on määritetty yhdenmukaiset mittaustavat ohjelmistojen laatuvaatimuksille. Standardi on organisoitu neljään osaan: laatumalli, sisäiset mittaukset, ulkoiset mittaukset ja käytön laatu. (Lecklin 2002, 291; ISO 2012)

**ISO/IEC 20000** on kansainvälinen standardi tietotekniikkapalveluiden johtamiseen ja hallintaan. Sen pohjana on 1990-luvun loppupuolella kehitetty BS15000-standardi, josta muokattiin vuoden 2005 lopulla hyväksytty ISO20000 -standardi. Tämän standardin tavoitteena on edistää kustannustehokkaiden ja laadukkaiden it-palveluiden tuottamista yhtenäisten ja tehokkaiden prosessien avulla. (itSMF Finland ry 2012; ISO 2012; Fwtk 2005). Taulukossa 5 on esitetty ISO20000 standardin käyttötarkoituksia.

Taulukko 5. ISO20000 standardin käyttötarkoituksia (itSMF Finland ry 2012)

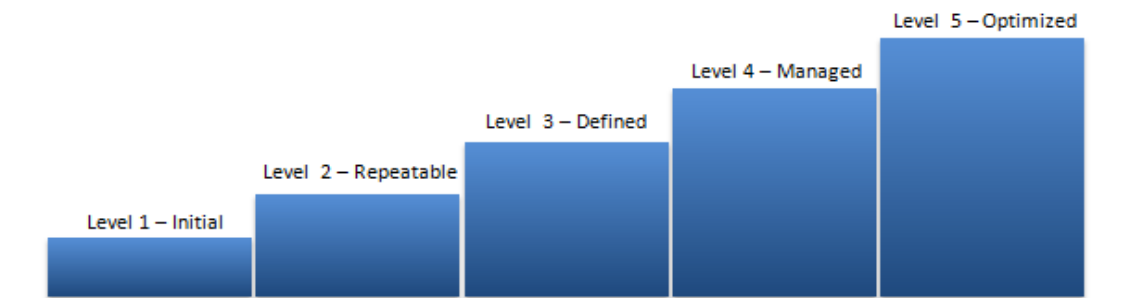
Käyttötarkoitus	Laatunäkökulma
Osana ulkoistettujen IT-palveluiden tarjouspyyntöjä	Laadunvarmistus
Varmistamaan yhtenäinen toimintamalli, kun palveluita tuottaa useampi yritys/organisaatio	Toimitusketjun hallinta
IT-palveluiden arviointiin ja vertailuun	Benchmarking
Riippumattomaan it-palveluiden tuottamisen arviointiin	Arvioinnit ja auditoinnit
Asiakastarpeen täyttämisen osoittamiseen	
IT-palveluiden jatkuvaan parantamiseen	

**ITIL** (Information Technology Infrastructure Library) on kokoelma käytäntöjä IT-palveluiden hallintaan ja johtamiseen. ITIL on globaalisti tunnustettu prosessikehys, joka on ollut standardi monessa paikassa jo viidentoista vuoden ajan. Menetelmä keskittyy enemmän loppukäyttäjään, eikä niinkään teknologiaan. ITIL on yleisesti käytetty menetelmä toiminnan muokkamiseksi ISO/IEC 20000 sertifiointi kelpoiseksi. Kuviossa 17 on kuvattu ISO/IEC 20000 ja ITIL:n suhdetta. (ITIL 2012; IT Governance 2012)



Kuvio 17. ISO/IEC 20000 ja ITIL:n suhde (Dugmore &amp; Alison 2008)

**CMM** (Capability Maturity Model) on eräs ohjelmistotuotannon laatujärjestelmän arviointimalli, jossa tuotantoprosessin kypsyys arvioidaan 5-tasoisella asteikolla. CMM:n tasot ovat seuraavat: lähtötaso, toistettava, määritelty, hallittu ja optimoitu. Malli on esitetty kuviossa 18. (WikiDot 2009)



Kuvio 18. CMM - tuotantoprosessin kypsyyden arviointimalli (WikiDot 2009)

Ohjelmistoalan standardeja tuottavat ISO:n lisäksi myös mm. IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) ja ANSI (American National Standards Institute).

**Sertifioinnilla** tarkoitetaan sitä, että yrityksen laatujärjestelmä tutkitaan ja arvioidaan täyttääkö toiminta standardin asettamat vaatimukset. Oman laatujärjestelmän kehittäminen, standardin edellyttämään muotoon, on sertifiointiprosessin lähtökohta. Sertifikaatin saaminen edellyttää paljon työtä. Laatujärjestelmän sertifiointi on kallis prosessi. (Haikala & Märijärvi 2002, 214-217)

### 3.9 Mittaaminen

Ohjelmistoyrityksessä mittauksilla pyritään seuraamaan ohjelmistojen ja niitä valmistavien prosessien laatua. Osa mittareista on tarkkoja, osa on kuitenkin subjektiivisia ja hankalasti mitattavia ilmiöitä, kuten esim. ohjelmiston käyttäjän antama palaute siitä, että ohjelmisto tuntuu jotenkin tahmaiselta tänään. Mittaaminen on vaikeaa ja haastavaa, mutta välttämätöntä. (Haikala & Märijärvi 2002, 202-203)

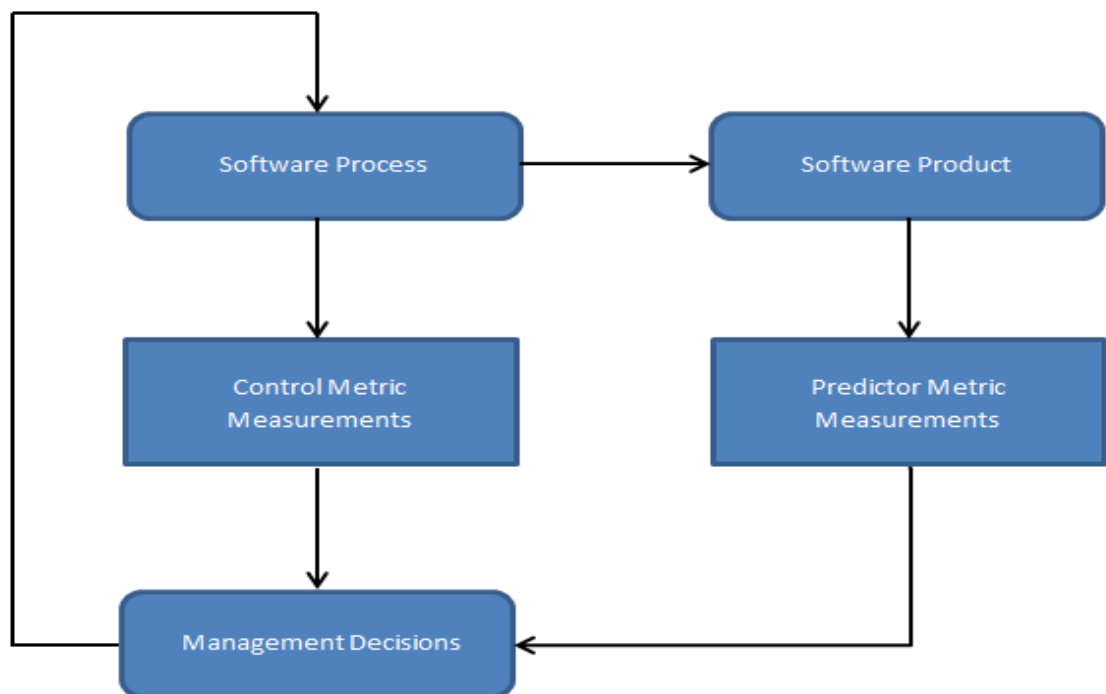


Mittaustavoitteiden asettaminen on mittaamisen lähtökohta. Seuraavaksi on pyrittävä löytämään sopivat mittarit näiden tavoitteiden tukemiseen. Mittari-kandidaateiksi sopivat asiat, jotka koetaan ongelmalliseksi, ja asiat, joista halutaan saada lisää tietoa. Haikala & Märijärvi esittää yleisiksi vaatimuksiksi mittareille mm. niiden selektiivisyyden, objektiivisuuden, luotettavuuden ja taloudellisuuden. Hyvällä mittaristolla, mittarijoukolla, voidaan valottaa toiminnan kaikkia puolia, mikä lisää mittauksen luotettavuutta. Alkuvaiheessa mittareita ei kuitenkaan kannata laatia liian monta. Mittareiden absoluuttisia arvoja tärkeämpiä ovat mittariarvojen trendit, koska ne yleensä paljastavat sen, että ohjelmistossa tai prosesseissa on tapahtunut tai paraikaa on tapahtumassa muutoksia johonkin suuntaan, parempaan tai huonompaan. (Haikala & Märijärvi 2002, 203-204)

Ohjelmistomittarit ovat toiminnaltaan joko valvovia (control metrics) tai ennakoivia (predictor metrics). Kuten nimistä käy ilmi, valvovat (prosessi) mittarit kontrolloivat valmistusprosessia, ennakoivat mittarit puolestaan ennustavat ohjelmiston käyttäytymistä, kuvaavat sen ominaisarvoja, ja näistä käytetään toisinaan nimeä ”tuotemittarit”. Prosessimittareilla voidaan esimerkiksi seurata ohjelmistossa esiintyvien puutteiden korjaamiseen käytettävää aikaa. Tuotemittareita käytetään esimerkiksi ohjelmiston laajuuden, monimutkaisuuden, luotettavuuden ja suorituskyvyn mittaamiseen. Sekä prosessi- että tuotemittareita voidaan käyttää päätöksenteon tukena, kuten esitetty kuviossa 19. (Sommerville 2009, 668-673)

Mittarit voidaan edelleen jakaa staattisiin ja dynaamisiin. Edellämainituilla mitataan ohjelmiston rakennetta, kuten esimerkiksi koodirivien määrää ja järjestelmän kompleksisuutta, jälkimmäisillä puolestaan sen ajonaikaista käyttäytymistä, kuten esimerkiksi suorituskykyä tai havaittuja puutteita. Staattiset mittarit sijoittuvat laboratorioympäristöön, dynaamisia voidaan käyttää sekä ohjelmiston testausvaiheessa että tuotannossa. Tuotantoympäristössä tehdyillä mittauksilla saadaan kerättyä todellista mittadataa ohjelmiston käyttäytymisestä ”luonnossa”. (Sommerville 2009, 672) Tässä yhteydessä tavataan myös puhua tuotantoympäristön monitoroinnista (monitoring). Tällä saadaan kerättyä tilastotietoa esim. siitä, montako häiriötilannetta ohjelmistossa on havaittu kuukauden aikana ja kuinka kauan järjestelmä on ollut pois käytöstä sen seurauksena. (Chemuturi 2011, 191)

Varsinkin tuotantoympäristössä tapahtuva mittaaminen ei välttämättä aina täytä tieteellisiä kriteerejä. Pyrkimys on tietenkin vähentää kaikkia sellaisia tekijöitä, jotka voivat vääristää tuloksia. Mitattavat prosessit ovat harvoin eristettyjä ympäristöstään, mistä syystä tuotantoympäristössä tapahtuvat muutokset voivat vaikuttaa mittaustuloksiin. Syy siihen, että saadut tulokset vaihtelevat, voi siis myös olla ympäristössä tapahtuneen muutoksen seurasta. Epäselvät tapaukset tulee tarkoin selvittää ennen kuin ryhdytään tekemään pitkälle meneviä johtopäätöksiä. (Sommerville 2009, 677)



Kuvio 19. Ohjelmiston prosessi- ja tuotemittarit (Sommerville 2009, 669)

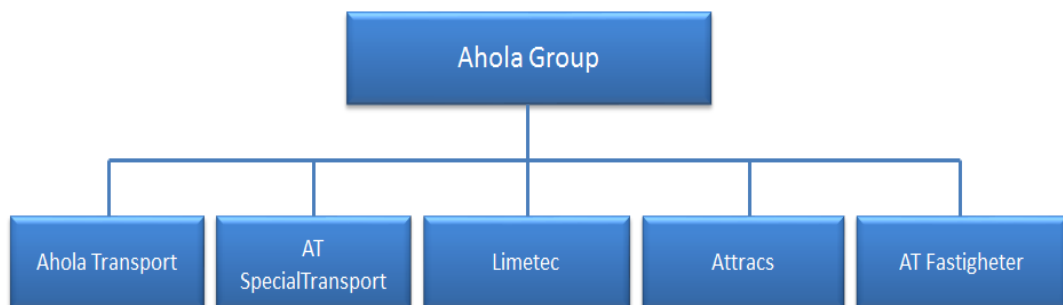
Mittadatan kerääminen on yksi asia, sen analysointi toinen. Dataa voi helposti tulkita väärin, mikä voi johtaa täysin vääränlaisiin johtopäätöksiin. Mittaustuloksia ei koskaan saa erottaa niiden asiayhteydestä, vaan tulkinta tulee tapahtua oikeassa kontekstissa. (Sommerville 2009, 676)

## 4. ATTRACS

Tässä luvussa esittelen kohdeyrityksen, Oy Attracs AB:n, johon tutkimus kohdistuu. Käyn läpi yrityksen taustaa ja sen organisaatio rakennetta. Teen lyhyen katsauksen Attracsin toimintaan, esittelen sen päätuotteen ja kuvaan sitä tuotantoympäristöä, johon tämä sijoittuu. Tutkimukselle määritellään toiminnallinen viitekehys. Lisätietoa yrityksestä, sen tarjoamista palveluista ja tuotteista löytyy Attracsin kotisivuilta.

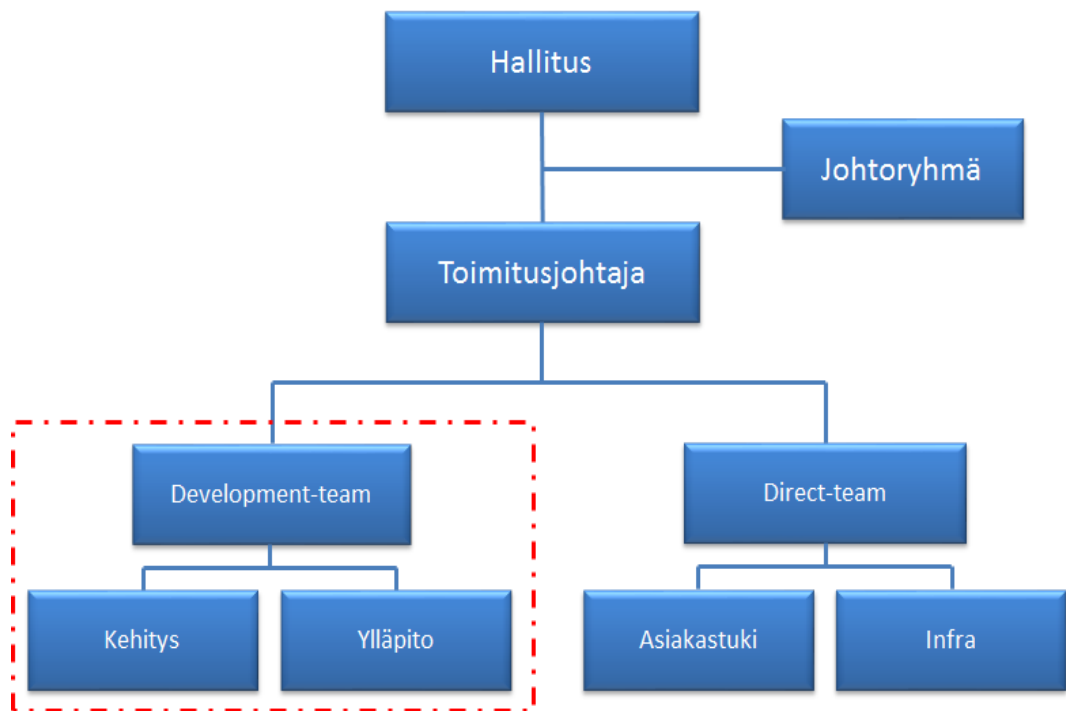
### 4.1 Yrityksen tausta ja toiminta

Kohdeyrityksen, Oy Attracs Ab:n, historia ulottuu vuoteen 1997, jolloin Attracs niminen kehityshanke käynnistettiin Kokkolalaisen kuljetusyhtiön, Ahola Transportin, toimesta. Tavoitteena oli rakentaa oma räätälöity toiminnanohjausjärjestelmä, joka perustuisi ko. yrityksen liiketoimintakonseptiin. Valta-osa kehitystyöstä tehtiin oman henkilökunnan voimin. Voidaankin sanoa, että tuotos on kasvanut organisaation sisältä. Attracs järjestelmä saatettiin tuotantoon vuonna 2003, noin viiden vuoden kehityspanostuksen jälkeen. Innovatiivinen hanke sai ulkopuolista tunnustusta, kun sille myönnettiin maakunnallinen INNOSUOMI-palkinto sitä seuraavana vuonna (InnoSuomi-hanke 2012; InnoSuomi-palkitut 2012).



Kuvio 20. Ahola konsernin rakenne (Ahola Group Intranet 2013)

Attracsin toiminta yhtiöitettiin vuonna 2009, jolloin perustettiin Oy Attracs Ab niminen yritys. Attracs on osa Ahola konsernia, jonka rakennetta on esitetty kuviossa 20. Attracsin oma organisaatio on jaettu kahteen osastoon: development-team ja direct-team. Development edelleen kehitysosastoon ja ylläpitotoimintoon, direct puolestaan asiakastukeen ja laitepuolen toimintoihin ts. koneet, oheislaitteet, verkot yms. Attracsin omaa organisaatiota on kuvattu tarkemmin kuviossa 21.

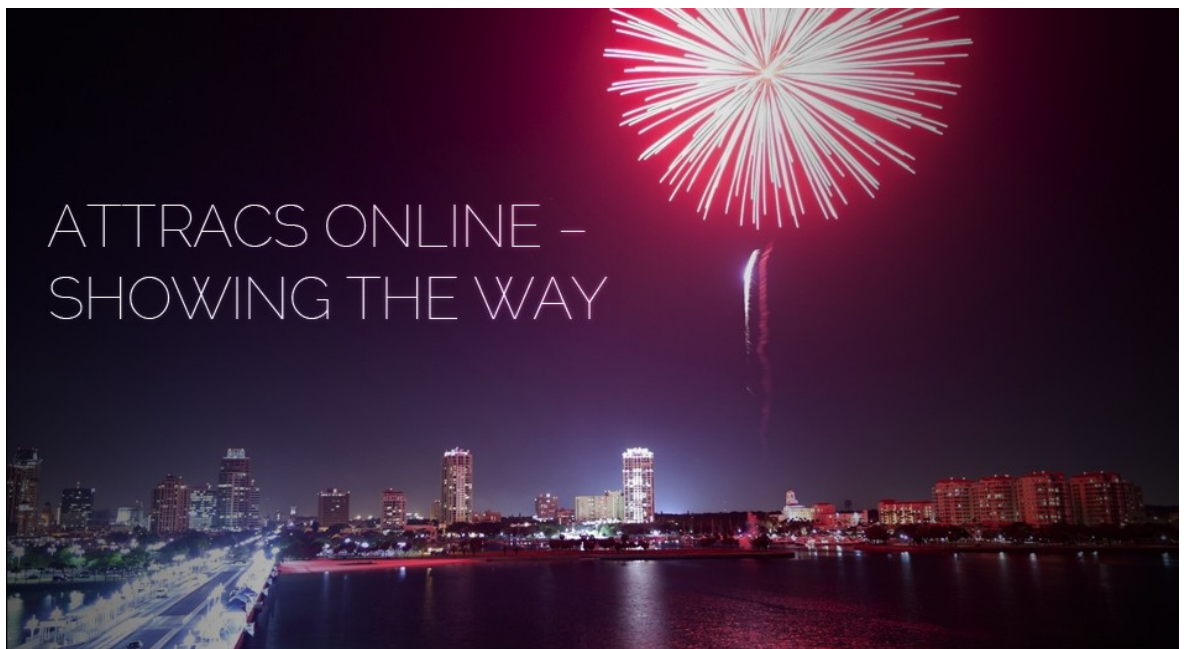


Kuvio 21. Attracsin organisaatiorakenne (Attracs Intranet 2013)

Yrityksen toimipaikka sijaitsee Kokkolassa ja se työllistää tällä hetkellä noin 20 henkilöä. Alun perin Attracs palveli vain konserninen sisäisiä tarpeita, mutta sittemmin on ryhdytty tarjoamaan palveluita myös muille kuljetus- ja logistiikka-alan yrityksille. Attracsilla on 15 vuoden kokemus järjestelmäkehityksestä tehokkaampien ja kannattavampien logistiikkaratkaisujen saavuttamiseksi. Kehitystyötä on tehty läheisessä yhteistyössä kuljetusalan eri toimijoiden kanssa. Rakennamme toiminnanohjausjärjestelmiä tulevaisuuden logistiikkayrityksille. (Attracs 2013)

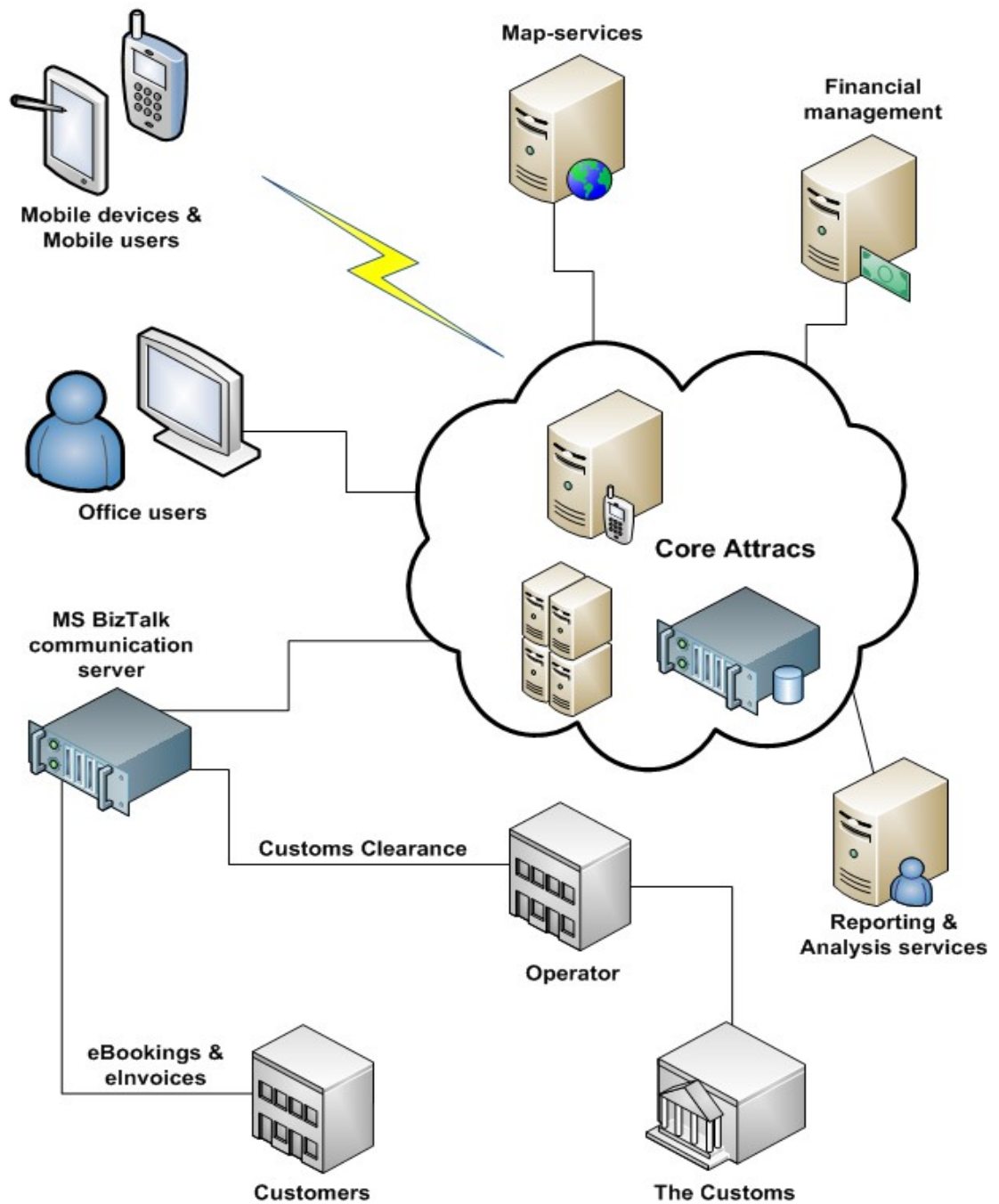
## 4.2 Päätuote

Attracsin päätuote, **Attracs Online**, on kokonaisvaltainen ERP-järjestelmä eri toimijoille; kaupan alan ja teollisuuden toimijat, huolinta- ja kuljetusyritykset sekä kolmannen osapuolen logistiikkapalveluiden tarjoajat. Attracs Online:n tuomat hyödyt: dynaamiset reitit, reaaliaikainen kannattavuuslaskenta, läpinäkyvyys ja ympäristöystävälliset kuljetukset. Attracs Online näyttää tietä tulevaisuuden kuljetus- ja logistiikkayrityksille, se tahtoo olla tienviitoittajana, niin kuin kuvattu kuviossa 22. Attracs Online:n avulla yritykselläsi on mahdollisuus olla askeleen edellä, myös tulevaisuudessa. (Attracs 2013)



Kuvio 22. Attracs Online (Attracs 2013)

Kuviossa 23 on kuvattu Attracs Online:n tuotantoympäristöä, joskin hyvin pelkistysti. Tuotantoympäristö on varsin monimutkainen ja integraatioita muihin järjestelmiin on lukuisia. Osa näistä järjestelmistä on Attracsin itsensä tekemiä, toiset taas jotain vakiojärjestelmiä. Integraatioita on muun muassa mobiili yksikköihin (mobile devices), karttapalveluihin (map services), taloushallinnon järjestelmiin (financial management), sanomanvälitys palveluihin (communication services) ja erinäisiin raportointi- ja analysointipalveluihin (reporting and analysis services).



Kuvio 23. Pelkistetty kuvaus Attracs Online:n tuotantoympäristöstä

Järjestelmien välinen kommunikointi edellyttää erilaisten ohjelmointirajapintojen (application programming interfaces) ja tietoliikenne protokollien (communication protocols) käyttöä. Tuotteen valmistuksessa joudutaan huomioimaan monet integraatiot muihin järjestelmiin, mikä asettaa ihan omat haasteensa laadunvarmistukselle.

### 4.3 Tutkimuksen toiminnallinen viitekehys

Seuraavaksi käydään määrittelemään tutkimuksen toiminnallinen viitekehys eli ympäristö johon se kohdistuu. Tämän opinnäytetyön puitteessa keskityn Development-team:n toimintaan, jonka tiiminvetäjä toimin. Organisaation muut osat rajataan tutkimuksen ulkopuolelle, kuten kuvioista 21 käy ilmi. Tutkimuksen kohteena on siis se osa organisaatiota, joka organisaatiokaaviossa on merkitty punaisella katkoviivalla.

**Tutkimus kohdistuu** päätuotteeseemme, Attracs Online:iin, sen valmistukseen liittyviin prosesseihin ja tuotteen käyttäytymiseen/toimivuuteen tuotantoympäristössä. Tuotantoympäristö on varsin monimutkainen ja integraatioita muihin järjestelmiin on lukuisia. Nämä kyseiset ympärillä olevat järjestelmät rajataan pääosin tämän tutkimuksen ulkopuolelle, vaikkakin osa näistä on Attracsin itsensä tekemiä. Tässä tutkimuksessa keskitytään pääasiassa kuviossa 23 kuvattuun *Core Attracs* osaan eli varsinaiseen pääjärjestelmään.

Attracsin henkilökunnan lisäksi tutkimukseen osallistuu myös eräs asiakkaistamme, jonka tehtävä on arvioida lopputuotetta. Sekä pari toimittajaa, jotka jo pidemmän ajan ovat toimineet konsultteina sekä tehneet meille alihankintaa, ja ovat näin ollen hyvin perillä tuotteen valmistukseen liittyvistä prosesseista, joita he tulevat arvioimaan.

## 5. TUTKIMUKSEN TEKEMINEN

### 5.1 Tutkimusmenetelmän valinta

Kun tutkimuksen tavoite eli tutkimustehtävä on määritelty ja rajattu riittävän tarkasti sekä tutkimuskysymykset asetettu, niin seuraavaksi tehtäväksi muodostuu tutkimusmenetelmän valinta. Maailmassa ei ole puutetta eri tutkimusmenetelmistä, pikemminkin päinvastoin. Varsinkin 1980-luvulla koettiin laadullisten menetelmien massiivinen maihinnousu. Pro Gradu työn tekijältä edellytetään jonkin tason tietoa ja tuntemusta tarjolla olevista tutkimusmenetelmistä. Hänen ei kuitenkaan tarvitse hallita koko menetelmien kirjoa, laidasta laitaan. Kuinka siis tietää mikä on sopivin menetelmä juuri minun tutkimukseeni? (Aaltola & Valli 2001, 10-13)

Jotkut menetelmät soveltuvat monenlaisiin tutkimustarkoituksiin, mutta niiden käyttöä tulee aina harkita suhteessa tutkimusongelmaan ja sen luonteeseen. Tiettyä metodia ei kannata valita vain siksi, että se tuntuu helpolta, mukavalta tai kiinnostavalta. Menetelmän valinnan tulisi sopia yhteen muiden valintojen kanssa ja palvella tutkimuksen laajempia päämääriä. Tutkimusmenetelmää valittaessa tulisi pohtia mm. seuraavia kysymyksiä: mihin pyrin, mikä on tutkimuksen tarkoitus, mitkä ovat vaihtoehdot kerätä tutkimusaineisto, onko tarjolla jopa usempi vaihtoehto, tutkimusmenetelmä, jonka kautta ongelmaa voisi tutkia ja voiko menetelmän valinnalla olla vaikutusta lopputulokseen, tutkimuksen onnistumiseen ja sen luotettavuuteen. (Hirsijärvi & Hurme 2000, 15-16)

Minkä menetelmän kautta minun kannattaisi lähestyä omaa tutkimusongelmaani? Tarkoin pohdittuani tutkimukseni päämäärää ja rajatessani tutkimusongelmaa vaakakuppi kallistui laadullisen tutkimuksen suuntaan. Päädyin siihen lopputulokseen, että teema-haastattelu tyyppinen tutkimus parhaiten palvelee tutkimukseni tarkoituksia. Tämä tuntui myös luonnolliselta valinnalta mm. siitä syystä, että tutkijana olen jo entuudestaan sangen hyvin perillä tutkittavasta kohteesta, tunnen kyseisen toimintaympäristön ja sen parissa työskentelevät ihmiset. Kynnys ryhtyä tekemään haastattelututkimusta ko. ympäristöön oli siis aika alhainen.



## 5.2 Haastattelututkimus

Haastattelulla on hyvin pitkät perinteet. Se on peräisin jo Aristoteleen ajoilta, 300-400 eaa. Jo antiikin filosofit käyttivät kyseistä menetelmää. Haastattelu perustuu kielelliseen vuorovaikutukseen. (Hirsijärvi & Hurme 1995, 7)

Haastattelu on laajalti käytetty menetelmä tutkimusaineiston keräämisessä. Tutkimushaastatteluissa voidaan rakenteellisesti erottaa ainakin kaksi perustyyppiä: strukturoitu ja strukturoimaton. Lomakehaastattelu, valmiine kysymyksiineen ja vastausvaihtoehtoineen, on tyyppiesimerkki strukturoidusta haastattelutyyppistä. Strukturoimattomien menetelmien joukkoon luetaan mm. syvähaastattelu, jossa käytetään avoimia kysymyksiä. Teemahaastattelu sijoittuu näiden väliin ja sitä voidaan luonnehtia puolistrukturoiduksi haastatteluksi. (Hirsijärvi & Hurme 2000, 47; Ruusuvuori & Tiittula 2005, 9-11)

Haastattelun onnistumisen perusedellytyksiä ovat haastattelijan ja haastateltavan välinen luottamus, hyvä suhde ja avoimen ilmapiirin luominen. Haastattelijan vastuulla on luoda tämänkaltaiset puitteet. Hyviin tapoihin kuuluu niin ikään, että haastattelijat kertoo haastateltaville totuudenmukaisesti haastattelun tarkoituksesta. Haastateltavien tulee myös pystyä vaakuuttumaan siitä, että heidän antamansa tiedot käsitellään luottamuksellisesti ja vastaajien anonymiteetti varjeltuu. Anonymiteetillä tarkoitetaan sitä, että kenenkään haastateltavan nimeä ei julkaista. Luottamuksellisuus on puolestaan sitä, että aineiston käsittely tapahtuu luottamuksellisesti ja loppuraportista ei tule käymään ilmi kuka on sanonut mitään. Haastattelijat on siis tältä osin vaitiolovelvollinen. (Gordon 1974, 52; Trost 2010, 61,84; Ruusuvuori & Tiittula 2005, 41)

Minkälaisia piirteitä haastattelijalta edellytetään, edellämainittujen lisäksi? Gordonin mielestä haastattelijan tulee olla ennakkoluuloton, utelias, herkkäkuuloinen, kärsivällinen, joustava ja kriittinen. Trost puolestaan esittää, että haastattelijan tulee olla puolueeton. Hänen tehtävänsä ei ole väittää jotain tai tuoda julki omia mielipiteitään ja näkemyksiään asioista. Haastattelijan ei tule kyseenalaistaa haastateltavan vastauksia. Haastateltavaa ei tule liioin ohjata tai johtaa tiettyyn suuntaan, hän jatkaa. Trostin mielestä haastattelijan ei tule

myöskään olettaa mitään, hänen ei pidä lukea rivien välistä. Mikäli jokin asia jää epäselväksi, niin on aina paikallaan tehdä tarkentavia tai syventyviä jatkokysymyksiä sen varmistamiseksi, että asia tuli oikein ymmärrettyä. (Gordon 1974, 17-18, 59; Trost 2010, 57, 109-110).

Kysymysten asetteluun liittyy niin ikään monta näkökulmaa. Alla on lueteltu muutamia. Kysymysten tulee olla yksinkertaisia, suoria ja kohderyhmälle sopivia. Vältä kysymyksiä jotka ovat epämääräisiä, provosoivia, hypoteettisia ja ylitieteellisiä. (Trost 2010, 95-99; Gordon 1974, 57)

### **5.3 Teemahaastattelu**

Tässä tutkimuksessa olen siis päätnyt käyttämään teemahaastattelua aineiston keruumenetelmänä. Mistä teemahaastattelussa on kysy? Teemahaastattelu on eräänlaista keskustelua, jossa tutkija pyrkii saamaan selville haastateltavilta ne asiat, jotka liittyvät tutkimuksen aihepiiriin. Siinä avautuu haastateltavalle mahdollisuus tuoda julki omia mielipiteitään ja kertoa omia kokemuksiaan tutkittavasta kohteesta. Teema-alueet, haastattelun aihepiirit, on etukäteen päätetty. Kunkin haastateltavan kanssa käydään läpi tietyt teemat. Kysymyksille ei kuitenkaan ole asetettu tarkkaa muotoa ja järjestystä. Haastattelu on avointa ja pitkälti tavallisen keskustelun tapaista. (Aaltola & Valli 2001, 24-26; Hirsijärvi & Hurme 1995, 36)

Haastattelutilanteessa kannattaa käyttää tukena ennalta laadittua teemarunkoa, esim. jonkinlaista luetteloa tai miellekarttaa. Näin varmistutaan siitä, että jokaisesta teemasta tulee keskusteltua jokaisen haastateltavan kanssa. Teemarunko toimii haastattelutilanteessa haastattelijan muistilistana ja keskustelua ohjaavana kiintopisteenä. Teemarunon voi ryhmitellä eritasoiisiin teemoihin. Ylimmällä tasolla on laajat teemat, aihepiirit joista keskustellaan. Keskitasolla tarkentavat teemat, apukysymykset. Alimmalla tasolla sijaitsevat pikkukysymykset, jotka saattavat olla hyvinkin yksityiskohtaisia. (Aaltola & Valli 2001, 34-36; Hirsijärvi & Hurme 1995, 41)

## 5.4 Tukimuksen otos

Määrällisessä tutkimuksessa pyritään siihen, että kaikki tutkimuskohteet saavat saman painoarvon. Laadullisessa tutkimuksessa ei aina näin ole, vaan jonkun yksittäisen tapauksen voidaan antaa vaikuttaa hyvinkin suuresti kokonaisuuteen. Tältä osin laadullinen tutkimus poikkeaa merkittävästi määrällisestä. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa voidaan määritellä virhemarginaaleja yms. otoksen koon perusteella. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa tilanne on vallon toinen. Laadullisen tutkimuksen onnistumisen edellytys piileekin siinä, että kyetään löytämään sopiva määrä erilaisuuksia, toisistaan poikkeavia tutkimuskohteita. Ääritapaukset valaisevat asiaa ja tuovat syvyyttä tutkimukselle. (Aaltola & Valli 2001, 17, 40)

Useimmiten suositellaan satunnaisotosta, joskin jotkut tutkijat ovat sitä mieltä, että haastateltavat tulee tarkoin valita. Tarkoituksenmukaisuusvalinnalla saadaan sellainen otos, joka tuntee hyvin tutkimuksen kohteen. Näin saatetaan menetellä, jos tutkijalla on riittävästi taustatietoa potentiaalisista haastateltavista. Tällöin otos voidaan koota täsmävalinnalla. (Hirsijärvi & Hurme 1995, 58-59)

Montako haastateltavaa tarvitaan jotta otos olisi riittävän kattava? Tähän kysymykseen ei liene mitään yksiselitteistä vastausta. Tutkijan tehtävä on arvioida mikä on sopiva määrä ja yrittää löytää sellainen otos, jolla ongelmaa voidaan uskottavasti tutkia. (Aaltola & Valli 2001, 40) Haastateltavia ei tule olla liian monta. Pieni määrä hyvin tehtyjä haastatteluja on paljon enemmän arvoinen, kuin suuri määrä huonosti toteutettuja. Trost suosittelee, että haastateltavien lukumäärä ei ylitä kahdeksaa, 4-5 henkilöä on yleensä ihan riittävä määrä. Mikäli tästä poiketaan lähdeaineistoa kertyy niin paljon, että sen analysoiminen voi käydä lähestulkoon ylivoimaiseksi tehtäväksi. Kokonaisuuden hahmottaminen käy työlääksi ja tärkeitä yksityiskohtia saattaa hukkuu tiedon paljouteen. Laajan aineiston käsittelyyn kuluu kohtuuttomasti aikaa. (Trost 2010, 143-144)

Halusin tähän tutkimukseen mukaan vähän laajemman joukon, eri kohderyhmiä, oman henkilökunnan lisäksi myös asiakkaiden ja toimittajien edustajia. Haastateltajioita valittaessa käytin edellä kuvattua tarkoituksenmukaisuusvalintaa. Tasa-puolisuuden nimissä päädyin siihen tulokseen, että puolet henkilöistä voisi poimia

oman henkilökunnan joukosta ja toiset puolet muista kohderyhmistä. Näin varmistuttaisiin siitä, että mukaan mahtuu myös riittävästi ulkopuolista näkemystä. Otoksen kokonaismääräksi tuli 8 henkilöä, mikä on Trostin mukaan maksimimäärä tämän tyyppisiin haastattelututkimuksiin.

Tutkimuksen eettisyyden kannalta on tärkeää, että tutkimukseen osallistujat voivat luottaa siihen, että heidän antamansa vastaukset käsitellään luottamuksellisesti. Tässä tutkimuksessa ei julkaista osallistujien nimiä, ei paljasteta edes sitä miten eri kohderyhmien vastaukset ovat jakautuneet keskenään. Tutkijana minua tietenkin kiinnostaa se, miten eri kohderyhmät kokevat Attracsin laadun ja näkevät sen tulevaisuuden, miten asiakkaan näkemykset poikkeavat meidän omista jne. Tätä tietoa tulen hyödyntämään omassa työssäni koskien laadun kehittämistä, mutta tämän tutkimuksen raportoinnissa kaikki siihen osallistuneet käsitellään kuitenkin yhtenä harmaana massana.

### **5.5 Teemat ja haastattelukysymykset**

Tutkija on hahmotellut mielessään joitain teemoja, joista hän tahtoo keskustella haastateltavien kanssa. Olennaista teemoja miettiessä on muistaa se tutkimusongelma, johon on hakemassa vastausta. Tutkimusongelma sitoo kokonaisuuden yhteen ja oikeuttaa erilaisten kysymysten esittämiseen. Jokaisesta teemasta tulisi pyrkiä keskustelemaan kunkin haastateltavan kanssa (Aaltola & Valli 2001, 35). Tätä ohjetta lienee helpohko noudattaa mikäli haastateltavien joukko on kuta-kuinkin homogeeninen. Asia muuttuu monimutkaisemmaksi jos haastateltavat onkin heterogeeninen porukka ts. kohteilla on erilaiset taustat ja myös erilainen rooli ko. tutkimuksessa. Yhden kohderyhmän tehtävä on valaista jotain ilmiötä, jonkun toisen rooli puolestaan edesauttaa tutkimusta joltain toiselta kantilta.

Kuinka siis löytää sellaiset teemat jotka sopivat kaikille? Onko edes välttämätöntä ja perusteltua kaikissa tilanteissa kivenkovaa noudattaa tätä kyseistä periaatetta? Vai voiko siitä soveltavin osin tehdä poikkeuksen, tilanteen niin vaatiessa, kuitenkin tekemättä vääryyttä itse tutkimusmenetelmälle? Pohtiessani haastattelun kohderyhmien yhtäläisyyksiä ja eroavuuksia päädyin siihen lopputulokseen, että

joudun pikkasen poikkeamaan peruseriaatteesta ts. jonkun verran sopeuttamaan teemat kohderyhmien mukaan. Kaikki teemat kun eivät kertakaikkiaan ottaaneet sopiakseen ihan jokaiselle. Toimittajien kanssa ei voi keskustella ihan samoista asioista kuin asiakkaiden. Heidäthän oltiin aikoinaan valittu mukaan tähän tutkimukseen täydentämään toisiaan, antamaan lisä valoa tutkittaville asioille. En kuitenkaan pidä tätä mitenkään huonona asiana, vaan pikemminkin päinvastoin. Näin avautui mahdollisuus keskustella asioista laajemmin eri kohderyhmien kanssa, mikä loppukädessä antoi sekä lisää leveyttä että syvyyttä tutkimukselle. Asiat tuli käsiteltyä monelta eri kantilta, ja kukin kohderyhmä saattoi antaa koko osaamisensa tutkimuksen käyttöön. Taulukossa 6 on esitetty haastattelun pohjana käytetyt teemat.

Taulukko 6. Teemarunko, haastatteluissa käytetyt teemat

Nro	Teema
1	Laatu tietoisuus <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kuinka haastateltava määrittelee laadun</li> <li>• Miten laatuasioihin suhtaudutaan</li> </ul>
2	Laadun kehitys <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kuinka laatu on kehittynyt</li> <li>• Mikä on nykyinen laatutaso</li> </ul>
3	Laatuongelmat <ul style="list-style-type: none"> <li>• Onko niitä olemassa</li> <li>• Kuinka vakavia</li> <li>• Miten usein esiintyy</li> <li>• Mitkä ovat taustalla piilevät syyt</li> </ul>
4	Laadun parantamistoimenpiteet <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kuinka tuotetta voisi parantaa</li> <li>• Onko työmenetelmien suhteen mitään parannettavaa</li> <li>• Mikä on osaamisen vaikutus laatuun</li> <li>• Miten testausprosessia voitaisiin kehittää</li> </ul>
5	Laatu tavoitteet <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tarvitaanko laatumittareita</li> <li>• Kannattaako laatujärjestelmän sertifiointi</li> <li>• Miten saada aikaan parempi tilausprosessi</li> </ul>

Edellämainitut teemat muodostivat **teemarungon**, jota soveltuvien osin käytettiin haastattelujen tukena ja keskustelua ohjaavana kiintopisteenä. Teemarunkoon jouduin kuitenkin tekemään joitakin muutoksia prosessin aikana. Taulukossa 6 esitetyn lopullisen muotonsa se sai vasta aineistoa analysoidessa. Jonkun teeman osalta päästiin keskusteluissa hyvinkin syvälle, toiset puolestaan käsiteltiin pinta-puolisemmin. Välillä tuli sellainen tunne, että jostain tietyistä teemasta keskusteleminen ei kertakaikkiaan ottanut onnistuakseen. Liekö syy siinä, että haastateltavalla ei kertakaikkiaan ollut mitään sanottavaa ko. asiasta, ehkäpä aihepiiri oli hänelle tuntematon. Tällaisissa tilanteissa, jotka ensin vähän pääsivät yllättämään, ei auttanut muu kuin jättää ko. aihe sikseen ja siirtyä seuraavaan.

## 5.6 Käytännön toteutus

**Haastatteluun pyytäminen** käynnistää haastatteluprosessin. Haastattelija lähestyy haastateltavaa esim. puhelimitse tai sähköpostin välityksellä ja pyytää häntä osallistumaan haastatteluun. Mutta mikä motivoi lähtemään mukaan haastatteluun? Voidaankin kysyä, kenen etua haastattelu ajaa, mitä hyötyä siitä koituu haastateltavalle. Haastatteluun suostumisessa avautuu haastateltavalle mahdollisuus tuoda julki omia mielipiteitään ja kertoa omia kokemuksiaan tutkitavasta ongelmasta. Eräs toinen motivoiva tekijä voisi olla se, että haastateltava omalla panoksellaan voi auttaa tiedettä ja näinollen olla vaikuttamassa yhteisen hyvän puolesta. (Aaltola & Valli 2001, 25-26)

Välillä haastattelija joutuu suostuttelemaan ja motivoimaan henkilöitä mukaan haastatteluun. Verukkeiden esittäminen on itse asiassa hyvinkin tavallista. Aina ei haastattelija onnistu saamaan suostumusta, hyvistä suostutteluyrityksistä huolimatta. Yleisin syy, johon vedotaan, on kiire. Taustalla saattaa myös piillä epäluuloja tutkijan tarkoituksesta kohtaan. (Hirsijärvi & Hurme 1995, 70-73) Tähän tutkimukseen ei ollut vaikea löytää haastateltavia ja motivoida heitä mukaan. Kaiketi oivallettiin se, että tässä ollaan liikkeellä hyvällä asialla, joka vielä voi koitua yhteiseksi hyväksi. Olin jopa yllätynyt siitä, kuinka vaivattomasti kaikki kävi. Eräskin tokaisi ”Sopii mainiosti ja mielelläni autan” toinen taas ”Jos vain jotenkin voin olla avuksi”.

Miten **haastatteluun valmistautuminen** tapahtuu? Haastattelijalahjakkuuksia on varmaan olemassa, mutta kukaan ei ole valmis haastattelijaksi syntyessään, vaan siksi opitaan. Tässäkin pätee sanonta ”harjoitus tekee mestarin”. Hyväksi haastattelijaksi tulee kouluttautumalla ja käytännön kokemuksen kautta. (Hirsijärvi & Hurme 1995, 51)

Ennen tämän tutkimuksen tekemistä en muista tehneeni yhtäkään haastattelua. Miten siis suoriutua tällaisesta urakasta ilman sen kummempaa koulutusta? Pysin jonkun verran opiskelemaan alan kirjallisuutta. Sitä kautta saa ainakin hankittua teoreettista tietoa asiasta. Mutta jälleen kerran, käytäntö opettaa. Eli, ei siis kun haastattelemaan.

Mitään varsinaista **esihaastattelua** en tehnyt. Sellaisen tekemistä kylläkin suositellaan. Siinä saa testattua kysymyspatteriston toimivuutta käytännössä ja pääsee harjaannuttamaan haastattelijan taitojaan. (Hirsijärvi & Hurme 1995, 57) Haastattelujen keskimääräinen pituus saadaan myös selvitettyä esihaastattelujen avulla. Mikäli käy ilmi, että haastatteluista tulee liian pitkiä, niin teemarungosta voi tässä vaiheessa karsia pois vähemmän tärkeitä osia. (Hirsijärvi & Hurme 2000, 72)

Esihaastattelu olisi kaikesti kannattanut tehdä, sillä jo ensimmäisen haastattelun yhteydessä tulin huomaamaan sen, että teemarunkoa ei kyllä oltu mietitty ihan loppuun saakka. Kysymykset olivat liian pikkutarkkoja, kun asiat olisi enemmänkin pitänyt esittää ylemmän tason teemoina. Jouduin sittemmin muokkaamaan sitä jonkun verran. Lopullisen muotonsa se sai vasta aineistoa analysoidessani, kun huomasin sen, että tietyt kysymykset oli loogisesti sijoitettu väärän aihepiiriin alle. Samassa yhteydessä nimesin teemat osittain uudelleen ja muotoilin kysymykset selkeämpään muotoon. Näin teemarungosta tuli havainnollisempi ja luettavampi. Tämä helpotti omalta osaltaan myös aineiston ryhmittelyä, teemoittamista.

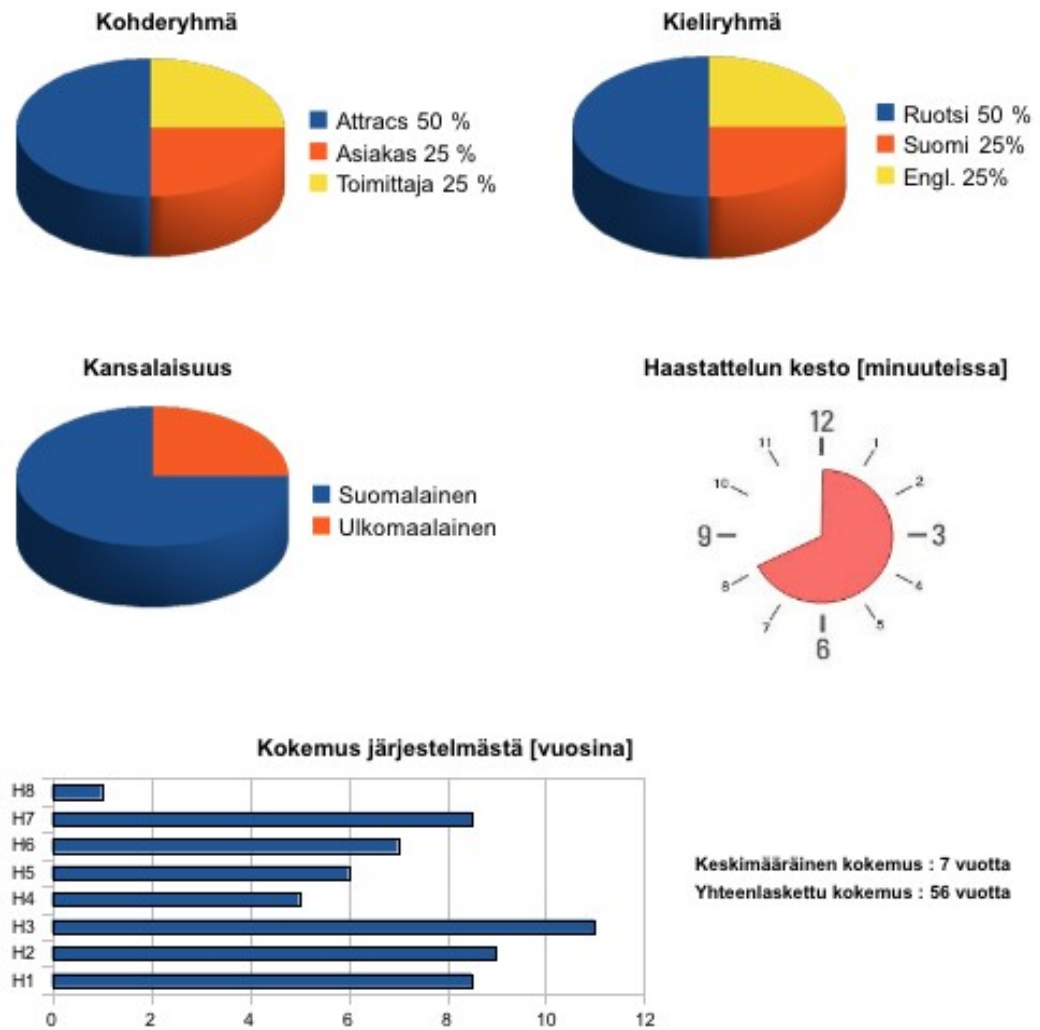
Ensimmäinen varsinainen haastattelu muodostuikin jonkin tyyppiseksi esihaastatteluksi. Voidaanko koe- tai esihaastattelu sisällyttää tutkimukseen? Tämä on ollut hieman kiistanalainen kysymys. Jotkut ovat sitä mieltä, että näitä ei tulisi käyttää. Toiset taas kyseenalaistavat tämänkaltaista ajattelutapaa. Miksi hylätä sellainen aineisto, josta tutkimuksen kannalta voi olla hyötyä ja minkä puolesta on

nähty vaivaa? Trost puoltaa myös koe- ja esihaastattelutilanteissa hankitun aineiston käyttöä, mistä syystä minäkään en hylkää ensimmäistä haastattelua, vaikkakin siitä muodostui eräänlainen koehaastattelu. (Trost 2010, 144)

Minkälainen oli normaali **haastattelutilanne**? Prosessi lähti liikkeelle siitä, että haastateltavan kanssa sovittiin haastattelusta, sen ajankohdasta ja paikasta. Haastattelut toteutettiin sekä omissa että asiakkaan tiloissa. Haastattelutilanne alkoi sillä, että ensin kerroin haastateltavalle tutkimukseni tarkoitusperistä ja päämäärästä sekä tutkittavasta kohteesta ts. siitä kuinka tutkimus on rajattu. Sen jälkeen muistutin haastattelijaa keskustelujen luottamuksellisuudesta ja siitä, että kunkin anonymiteetti on turvattu. Loppuraportista ei tule käymään ilmi kuka on sanonut mitään, eikä kenenkään osallistujan nimeä tulla julkaisemaan. Seuraavaksi sovittiin haastattelun nauhoittamisesta. Kaikki osallistujat suhtautuivat myönteisesti haastattelun tallentamiselle nauhalle. Nykyaikaan sopien tämä toteutettiin matkapuhelimen äänitallenninta käyttäen. Haastattelun nauhoittaminen ei näyttänyt vaivanneen ketään.

Haastatteluihin kului keskimäärin noin 40 minuuttia, joskin yksi venyi tunnin mittaiseksi. Teemarunko auttoi pysymään raiteilla. Sen avulla saattoi ohjata haastattelun ajankäyttöä. Kunkin haastattelun aikana tein jonkun verran muistiinpanoja, joskaan se ei oikein taida olla oppikirjojen mukaista. Yritin tehdä sen mahdollisimman huomaamattomasti, jotta en olisi häirinnyt haastattelijan puhetta ja hänen keskittymistään. Haastattelun päätteeksi pyysin haastateltavalta vielä arvion haastattelusta, sekä sen teknisestä toteutuksesta että sisällöstä. Palaute oli valtaosin myönteistä. Eräs olisi kuitenkin toivonut saaneensa vielä enemmän taustatietoa tekemästani tutkimuksesta, toinen puolestaan, että kysymykset olisi jaettu kirjallisina etukäteen. Välittömästi haastattelun jälkeen tein lisää muistiinpanoja ja kirjoitin yhteenvedon keskustelusta. Aineiston analysointivaiheessa käytän ensisijaisesti näitä muistiinpanoja lähdeaineistona. Äänitallenteista tulen tarkistamaan ne asiat, jotka mahdollisesti jäivät epäselviksi tai joihin tarvitsen lisäselvyyttä.





Kuvio 24. Tilastotietoja haastateltavista ja haastatteluista

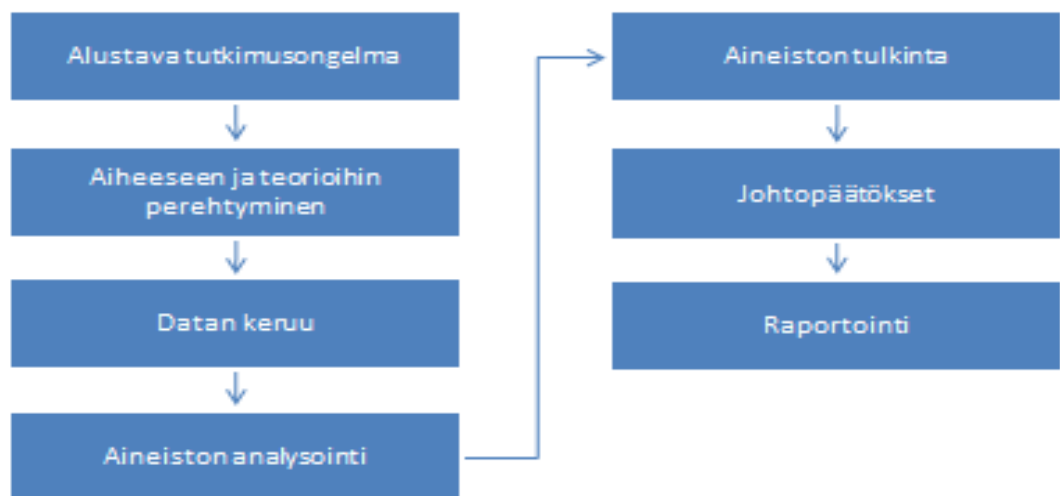
Yllä on esitetty joitakin **tilastotietoja** haastateltavista ja haastatteluista. Kuviossa 24 on kuvattu kohderyhmien, kieliryhmien ja kansalaisuuksien jakaumat sekä haastateltavien kokemus järjestelmästä ja haastattelujen keskimääräinen kesto.

## 6. TUTKIMUKSEN TULOKSET

Tässä luvussa tutustutaan ensin lähdeaineiston analysointiin ja tulkintaan liittyviin yleisiin periaatteisiin. Tämän jälkeen tarkastellaan tutkimuksen luotettavuuden ja eettisyyden piiriin kuuluvia kysymyksiä, ja kuinka näitä asioita on huomioitu tässä tutkimuksessa. Sen jälkeen siirrytään kuvaamaan tutkimuksen esittämistapaa. Tämän tutkimuksen varsinaiset tulokset on esitetty luvuissa 6.5 ja 6.6. Luvun lopussa tarkastellaan vielä tutkimuksen tuloksia teorioiden valossa ja pohditaan sitä, missä määrin tulokset ovat yleistettävissä.

### 6.1 Lähdeaineiston analysointi ja tulkinta

Aineiston keräämiseen ja työstämiseen kuuluu kolme eri vaihetta, nimittäin datan keruu, aineiston analysointi ja tulkinta. Määrällisessä tutkimuksessa on olemassa joukko sääntöjä, jotka määräävät miten aineiston työstäminen tapahtuu. Laadullisessa tutkimuksessa ei ole olemassa tällaisia vakiintuneita käytäntöjä, vaan tutkija joutuu enemmän turvautumaan mielikuvitukseensa ja luovuuteensa aineiston työstämisvaiheessa. (Trost 2010, 147) Yllämainitut vaiheet ovat osa empiirisen tutkimuksen kokonaisuutta, joka on esitetty kuviossa 25.



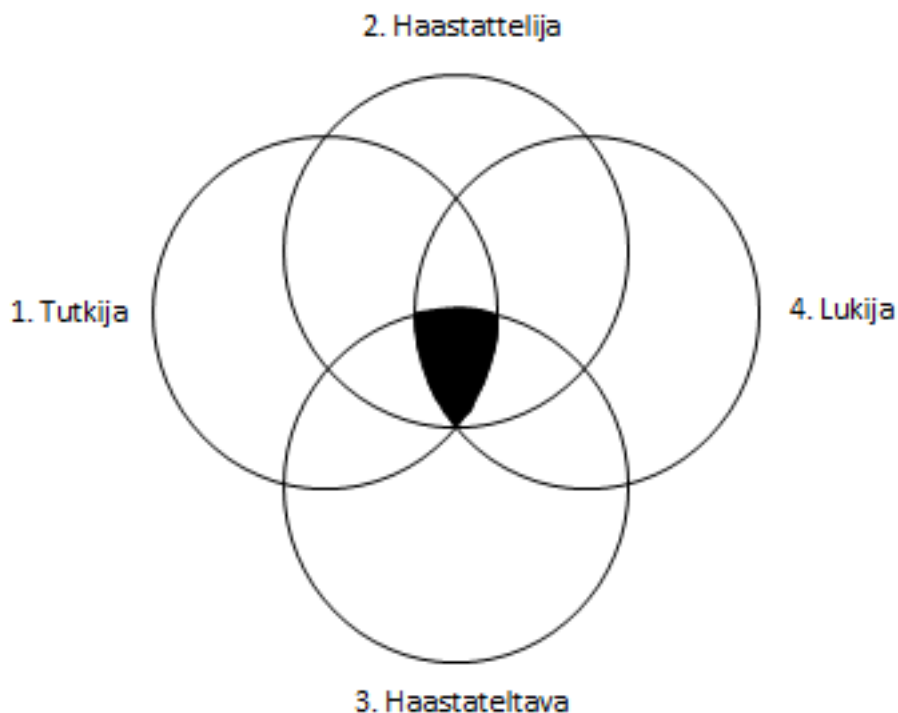
Kuvio 25. Empiirisen tutkimuksen vaiheet (mukaillen Hirsijärvi & Hurme 2000, 14)

Aineiston keruuta seuraa sen **analysointi**. Erään näkemyksen mukaan aineiston analysointi voi alkaa jo itse haastattelutilanteessa. Toiset taas ovat sitä mieltä, että analyysi tulee eriyttää haastattelusta eli tehdä vasta sen jälkeen. Haastatteluaineiston analyysin voi niin ikään tehdä usealla eri tavalla, joko siirtymällä suoraan purkuvaiheesta analyysivaiheeseen ilman aineiston koodaamista tai vaihtoehtoisesti koodaamisvaiheen kautta tai yhdistelemällä purkamis- ja koodaamisvaiheet. Aineiston purkamisella tarkoitetaan joko sen sanatarkkaa puhtaaksi kirjoittamista eli litterointia tai teemoittamista eli jäsentämistä teemojen mukaiseksi. Koodaamisella eli luokittelulla tarkoitetaan tässä yhteydessä aineiston systemaattista käsittelyä esim. erityisiä koodimerkkejä hyödyntäen. Aineistoa ei välttämättä tarvitse kirjoittaa tekstiksi, vaan päätelmiä voi tehdä myös suoraan nauhalta. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa on vain vähän standardoituja tekniikoita. Ei ole olemassa yhtä oikeaa ja ehdottomasti muita parempaa analyysitapaa. (Aaltola & Valli 2001, 40-41; Hirsijärvi & Hurme 2000, 136, 149)

Haastattelututkimusta tehtäessä aineistoa kertyy helposti runsaasti, joskus liikaakin. Vaikka aineistoa on paljon, niin tutkijalle voi haastatteluja tehtäessä tai viimeistään niiden analysoinnissa herätä epäilyksiä siitä, että mitä ihmettä tästä aineistosta nyt sitten saa irti. Tulikohan esitettyä oikeat kysymykset, juuri ne jotka olisi pitänyt. Aineisto on kuitenkin mikä se on, eikä sitä voi muuttaa tai parannella jälkikäteen. Analysointi ja tulkinta on tehtävä sen pohjalta. Aineistosta löytyy kuitenkin yleensä enemmän, kuin mitä ensi silmäyksellä voisi olettaa. Tutkijan tulee kyetä näkemään puut metsästä, niin että ei olennainen tieto huku datan paljouteen. (Trost 2010)

Haastattelujen keskimääräinen kesto oli 35-40 minuuttia ts. aineistoa kertyi kaiken kaikkiaan noin 300 minuutin verran. Alkulähtökohdaksi olin jo kuitenkin aikoinaan ottanut sen, että en ryhdy purkamaan nauhoja paperille eli sanatarkasti kirjoittamaan puhtaaksi kaikkia vastauksia. Kunkin haastattelun päätteeksi tein yhteenvedon, lyhyehkön raportin, haastattelusta. Näiden muistiinpanojen pohjalta ryhdyn nyt analysoimaan haastatteluja. Vastaukset pyrin ryhmittelemään teemarunkoa hyväksi käyttäen. Epäselvät asiat voin tietenkin aina tarkistaa nauhoilta. Sanatarkat lainaukset, siinä määrin kuin tulen niitä käyttämään ja sisällyttämään tutkimustulokseen, saan myös poimittua tallenteilta.

Suoritetun analyysivaiheen jälkeen siirrytään **aineiston tulkintaan**. Tähänkin vaiheeseen liittyy tiettyjä haasteita. Eräs sudenkuoppa piilee siinä, että tutkija yrittää lukea rivien välistä eli etsiä aineistosta sellaista, mitä siellä ei ole esim. näennäisiä ristiriitoja. Toinen vaara on se, että hän yli- tai alitulkitsee ts. antaa tietyille asioille liian pienen tai suuren painoarvon tai tekee liian pitkälle meneviä johtopäätöksiä. (Trost 2010, 152)



Kuvio 26. Moninkertaiset tulkinnot (mukaillen Hirsijärvi & Hurme 2000, 150)

Samaa aineistoa voidaan tulkita monin tavoin ja eri näkökulmista. Kuinka siis päätyä onnistuneeseen tulkintaan? Eräs avainkriteeri on siinä, että myös lukija, kykenee löytämään aineistosta ne samat asiat, jotka tutkijakin löysi. Eräs laadullisen tutkimuksen heikkouksia on se, että tutkimus itsessään on sillä tavoin tulkinnallista, että tulkintoja tehdään monissa vaiheissa. Tätä ”sisäkkäistä” tulkintaa on havainnollistettu kuviossa 26. Mitä suurempi ympyröiden yhteinen osuus on, sitä yksimielisempi eri kohderyhmät ovat tulkinnoista (Hirsijärvi & Hurme 2000, 151)

## 6.2 Tutkimuksen luotettavuus

**Aineiston laatu** on eräs tutkimuksen luotettavuuden ilmaisina. Haastattelututkimuksen eri vaiheissa tulisi harrastaa laaduntarkkailua. Tämä koskee sekä aineiston keruuta että sen käsittelyä. Laadukkuutta voidaan tavoitella mm. sillä, että tehdään hyvä haastattelurunko, panostetaan haastattelukoulutukseen, varmistetaan teknisen välineistön kuunnosta ja haastatteluaineiston käsittely, sen puhtaaksi kirjoittaminen, suoritetaan niin nopeasti kuin mahdollista. (Hirsijärvi & Hurme 2000, 184-185)

Mitä voidaan sanoa tämän tutkimuksen luotettavuudesta? Ensinnäkin saatamme todeta sen, että tutkimusmenetelmän valinta osui kohdalleen. En voi kuvitella mitään toista tapaa, jolla tätä ongelmaa olisi voitu paremmin tutkia. Laaduntarkkailua on pyritty harrastamaan ainakin siten, että haastattelujen pohjana käytettiin hyvää haastattelurunkoa, niin kuin teemahaastatteluja tehtäessä suositellaan meneteltävän. Tämän lisäksi haastattelut tallennettiin nauhalla. Tässä tutkimuksessa ei käytetty satunnaisotosta, vaan haastateltavat valittiin aikoinaan tarkoituksenmukaisuusvalinta periaatteella, jota on kuvattu luvussa 5.4 *Tutkimuksen otos*. Tällä varmistettiin se, että tutkimukseen saatiin mukaan sopiva määrä erilaisuuksia, toisistaan poikkeavia ja toisiaan täydentäviä haastateltavia, myös riittävästi ulkopuolista näkemystä.

Edelleen pyrittiin siihen, että tutkittavalla joukolla olisi riittävän pitkä kokemus tutkittavasta kohteesta. Seitsemän vuoden keskimääräinen ja reilun viidenkymmen vuoden yhteenlaskettu kokemus antaa oman painoarvonsa tutkimuksen luotettavuudelle. Otoksen kokonaismäärää, kahdeksaa henkilöä, voidaan pitää vähintäänkin riittävänä määränä tähän tutkimukseen. Kyllästymispiste, saturaatiopiste, saavutettiin. Luotettavuuden kannalta on niin ikään tärkeää haastattelutilanteissa vallinnut luottamuksellinen ilmapiiri ja avoin keskusteluyhteys. Käsitykseni on, että haastateltavien näkemykset ja vastaukset olivat vilpittömiä, he olivat aidosti mukana ja tahtoivat omalla osaamisellaan vaikuttaa tutkimuksen onnistumiseen.

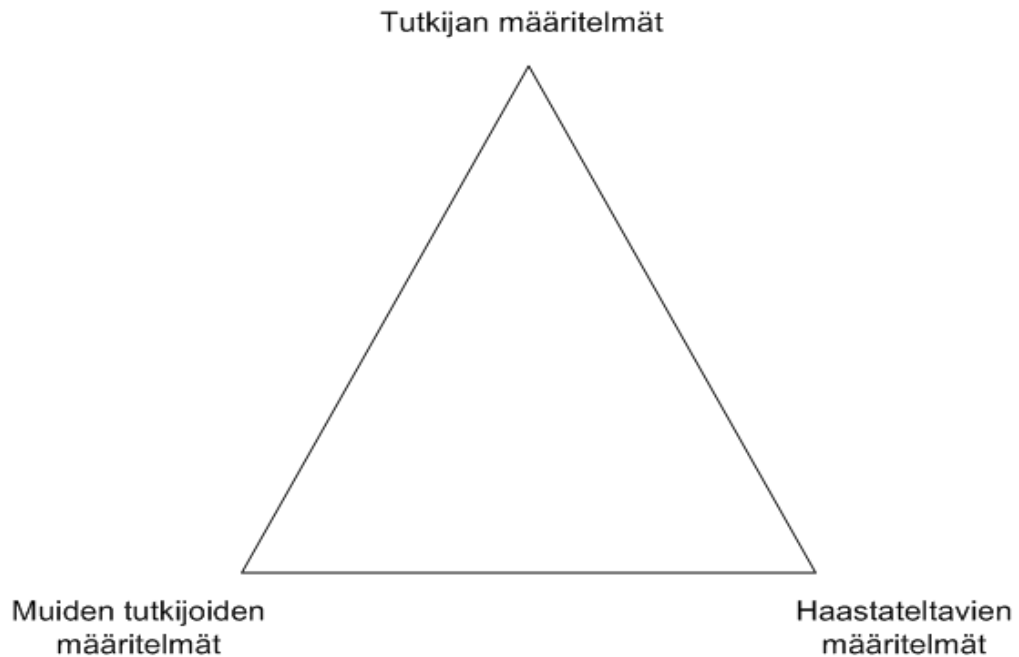
Laadukkuutta heikensi ehkä jonkin verran se, että tutkijalla ei entuudestaan ollut haastattelukokemusta, teoreettista tietoa aiheesta hän oli kuitenkin jonkin verran

ennalta pyrkinyt hankkimaan alan kirjallisuutta tutkimalla. Eräs toinen asia, johon kenties olisi voinut suunnata suuremman huomion, oli haastatteluaineiston aikaisemman analysoinnin suorittaminen. Haastattelujen tekemisestä, niiden analysointiin, ehti vierähtää pari-kolme kuukautta, mistä syystä kaikki ei enää ollut niin tuoreessa muistissa. Kesti tovin palauttaa mieleen, mitä kunkin haastateltavan kanssa oikein tulikaan keskusteltua. Voidaan tietenkin myös kyseenalaistaa tutkijan puolueettomuutta ja objektiivisuutta tilanteessa, jossa hän itse on osa tutkittavaa kohdetta.

**Tutkimuksen reliaabelius ja validius** liittyvät tutkimustulosten luotettavuuden arviointiin. Nämä käsitteet ovat peräisin määrällisestä tutkimuksesta. Taustalla on ajatus siitä, että tutkija voi päästä käsiksi objektiiviseen todellisuuteen ja objektiiviseen totuuteen. Luotettavuuden katsotaan olevan korkea mikäli, mittauksen suorittamiseen on käytetty asianmukaisia välineitä, mittaustulokset on dokumentoitu täsmällisesti, uusintamittaukset antavat saman tuloksen, sattuman vaikutus tuloksiin on pyritty mahdollisimman tarkoin eliminoimaan, tutkimuksen raportointi on avointa, tutkimuksen eettisyys on otettu huomioon jne. Eräät tutkijat kyseenalaistavat sitä, ovatko validius ja reliaabelius käyttökelpoisia käsitteitä kvalitatiivista tutkimusta tehtäessä, vai tulisiko termien käytöstä kokonaan luopua. Kyseisten käsitteiden ja termien sisältö on joka tapauksessa hieman toinen laadullisessa tutkimuksessa. (Hirsijärvi & Hurme 2000, 185-186; Trost 2010, 131-135)

Miten laadullisessa tutkimuksessa voidaan korvata perinteiset validiuden ja reliaabeliuden määrittämistavat, mitä näiden tilalle? Vaikkakin näistä käsitteistä sinäänsä luovuttaisiinkin se ei tarkoita sitä, että tutkimusta voisi tehdä miten tahansa. Tutkimuksen tehtävä on edelleen paljastaa tutkittavien käsityksiä ja heidän maailmaansa, kuitenkin tietoisena siitä, että tutkija vaikuttaa kerättävään tietoon. Hän antaa tiedolle oman tulkinnan, sovittaa siihen omaa käsitteistöään. Tämän vuoksi käytettävä käsitteistö nousee keskeiseksi asiaksi. Tutkijan on kyettävä selittämään käyttämiään käsitteitä, perustelemaan sitä, miksi hän kuvaa tutkittavaa maailmaa juuri niin kuin hän tekee. Tutkijan käsitteiden määritelmät on kuitenkin oltava mahdollisimman lähellä tutkittavien ja tutkimusyhteisön käsitystä. Tarkka käsiteanalyysi on eräs tae tutkimuksen luotettavuudesta, sillä varmistetaan se, että tutkija tutkii sitä mitä on aikonut tutkia. Käsitteitä määritteleviä tahoja on

tutkijan lisäksi ainakin haastateltavat eli tutkimukseen osallistuvat ja muut tutkijat eli tiedeyhteisö. Käsitteitä määritteleviä tahoja on kuvattu kuviossa 27. (Hirsijärvi & Hurme 2000, 187-189)



Kuvio 27. Käsitteitä määrittelevät tahot (mukaillen Hirsijärvi & Hurme 2000, 188)

Tämän tutkimuksen osalta yhteisen käsitteistön löytäminen, tutkijan ja haastateltavien kesken, ei tuottanut mitään ongelmia, koska tutkija itse on osa tutkittavaa kohdetta ja tuntee vallan hyvin tutkimuskohteessa käytettävän terminologian. Kaikille tuttu, yhteinen käsitteistö, on omiaan vähentämään väärinkäsitysten määrää. Tutkijan tehtäväksi jää edelleen esittää ja raportoida asiat sellaisella käsitteistöllä, jota myös muu maailma ymmärtää ja mikä mahdollisimman hyvin vastaa tiedeyhteisön käsityksiä.

### 6.3 Tutkimuksen eettisyys

Tutkimuksen eettisyys tulee esille tutkimuksen kaikissa vaiheissa, varsinkin silloin kun tutkimuksen kohteena ovat ihmiset esim. haastattelututkimusta tehtäessä.

Tutkijan tulee pohtia mm. seuraavia eettisiä kysymyksiä tutkimuksen kuluessa: mikä on tutkimuksen tarkoitus, miten taata kohteena olevien henkilöiden anonymiteetti, kuinka varmistua tietojen luottamuksellisuudesta, miten säilyttää tutkijan kriittinen ja objektiivinen asenne loppuun saakka, minkälaisia seuraamuksia tutkimustulosten julkaisemisesta voi koitua tutkimuksessa mukana olleille kohdehenkilöille, yhdistyksille, järjestöille, organisaatioille tai instituutioille. (Hirsijärvi & Hurme 2000, 19-20)

Tässä tutkimuksessa joudun pohtimaan ainakin seuraavia eettisiä näkökulmia: miten taata haastateltavien anonymiteetti, kuinka käsitellä kerätty aineisto luottamuksellisesti ja voidaanko koko tutkimustulos, kaikki siinä ilmitulleet asiat, julkaista, vai täytyykö osa siitä, tai perätä kaikki, salata liikesalaisuuksiin vedoten, jottei kohdeyritykselle koidu vahinkoa. Etiikan piiriin kuuluu niin ikään kysymys tutkijan objektiivisuudesta. Tutkijan puolueettomuutta tulee aina arvioida tilanteessa, jossa tutkija itse on osa tutkimuksensa kohdetta, kuten tässä tapauksessa. Tällaisissa tilanteissa tutkijalla lienee erityisen suuri kiusaus tulkita asioita niin kuin hän itse haluaisi tai ainakin toivisi niitten olevan. Kuinka siis säilyttää tutkijan objektiivisuus loppuun saakka? Tässä kysytään tutkijalta kurinalaisuutta ja siinä punnitaan hänen tutkijan ammattietiikka, mikä omalta osaltaan on lisäämässä tutkimuksen uskottavuutta, luotettavuutta ja eettisyyttä.

#### **6.4 Tutkimustuloksen esittämistavat**

Analysoidun haastatteluaineiston tulokset voidaan esitellä usella tavalla: tekstinä, numeroina, kuvina ja kuvioina. Samassakin tutkimuksessa tulokset voidaan esittää monella tavalla tai eri tapoja yhdistelemällä. Tutkimustulosten esittämistapoja on kuvattu taulukossa 7. Haastattelututkimukseen kuuluu, että lähdeaineistoa on runsaasti ja vain se osa siitä, mikä nousee esiin analyysivaiheessa, saatetaan esittää lopullisessa tutkimuksessa. Aineistoa selostaessaan tutkija joutuu usein olemaan tulkin roolissa siinä mielessä, että hänen tehtävänä on kyetä ymmärtämään haastateltavien maailmaa ja kääntämään heidän kertomustaan mielekkääksi tarinaksi, kuvaamaan asioita ja ilmiöitä niin, että maallikkokin sen käsittää. Tutkijan tulisi pyrkiä välittämään mahdollisimman elävä kuva haastateltavien



maailmasta. Tämä voidaan tehdä kahdella tavalla; toisaalta käyttämällä suoria lainauksia tai haastatteluotteita, toisaalta esittämällä yhteenvetoja ja päätelmiä. Suoria lainauksia voidaan käyttää sekä argumentoinnin vahvistamiseen, mutta myös vivahteiden esittämiseen, jolla tuodaan esille aineistossa esiintyvät poikkeamat päätuloksista tai suurista linjoista. (Hirsijärvi & Hurme 2000, 169-170, 192-194)

Taulukko 7. Tutkimustulosten esittämistapoja (Hirsijärvi & Hurme 2000, 169-170)

Esittämistapa	Kuvaus
Sanallinen	Suoranaista tekstiä Lyhenteitä Koodeja Haastatteluotteita Tutkijan kuvausta
Numeerinen	Taulukoita Prosenttiosuuksia
Graafinen	Kaavioita Kuvioita Kuvia Miellekarttoja

Tämän **tutkimuksen tulos esitetään sanallisessa muodossa**. Esittämistapana käytetään tutkijan kuvausta haastateltavien näkemyksistä. Argumentoinnin vahvistamiseksi joukkoon on liitetty mukaan sopiva määrä suoria lainauksia. Suurin osa lainauksista on suomennettu, koska vain neljännes haastatteluista tehtiin suomeksi. Tekijä pyytää lukijaa huomioimaan, että kaikki suomennokset eivät välttämättä ole ihan sanasta sanaan. Käännöksessä on pyritty kielelliseen sujuvuuteen.

Tämän **tutkimuksen tulos esitetään tiivistetyssä muodossa**. Tutkimuksen aineisto on varsin laaja eikä kaikkea voi sisällyttää tutkimustulokseen. Koodatusta ja luokitellusta aineistosta etsitään samankaltaisuuksia ja toisaalta eroavaisuuksia. Poimin siitä yleisiä linjauksia, yhtäläisyyksiä, mielenkiintoisia ilmiöitä, yllättäviä piirteitä ja ristiriitaisuuksia.

Tämän **tutkimuksen kokonaistulos esitetään kolmessa eri tasossa**. Tuloksia lähdetään purkamaan alhaalta päin. Ensin, luvussa 6.5, tutustutaan siihen, miten haastateltavat vastasivat Teemarungon kysymyksiin. Sen jälkeen, luvussa 6.6, esitetään vastauksia varsinaisiin tutkimuskysymyksiin ja lopuksi pyritään vielä vastaamaan päätutkimusongelmaan. Lukijaa pyydetään huomioimaan, että Teemarungon aihepiirit eivät ole suoraan yhteneväiset tutkimuskysymysten kanssa, vaikkakin molempia sattui olemaan viisi kappaletta. Vastaukset tutkimuskysymyksiin on siis osittain myös tutkijan tekemää yhteenvetoa ja päätelmää teemarungon kysymysten pohjalta.

## 6.5 Teemarungon käyttö vastausten ryhmittelyssä

Teemoittainen kuvailu lienee haastattelututkimuksen tavallisimpia esittämistapoja (Hirsijärvi & Hurme 2000, 193). Tässä luvussa käydään läpi taulukossa 6 esitettyä teemarunkoa, sen viittä ylätasoa aihepiiriä ja noin viittätoista alemman tason tarkentavaa teemaa, jotka on kuvattu kysymyksen muodossa. Kunkin kysymyksen osalta esitetään ensiksi vähintään kaksi suoraa lainausta. Tämän jälkeen seuraa tutkijan kuvausta siitä, mitä mieltä haastateltavat yleensä olivat ko. aiheesta. Muutaman kysymyksen kohdalla on vielä lisätty asiaa selventävä kommentti.

### Teema 1: Laatutietoisuus

Kuinka haastateltava määrittelee laadun?

*Laatu on sitä, että asiakkaan toivomukset ja vaatimukset täyttyvät. (V8)*

*Laatu on käyttövarmuutta. (V4)*

Laadulle annettiin muun muassa seuraavanlaisia määritelmiä: asiakkaan toivomukset ja vaatimukset täyttyvät, asiakas on tyytyväinen, tuote toimitetaan ajallaan, tuote on tehty määritysten mukaisesti, tuote on käyttövarma ja suorituskykyinen ja tuotteessa ei esiinny puutteita. Joku osasi myös erottaa teknisen ja

toiminnallisen laadun, mitattavissa olevan ja koetun laadun. Haastateltavat liittivät laatukäsitteeseen lopputuotteen ja asiakkaan, mutta esim. valmistusprosessi, prosessinäkökulma, jäi vähemmälle huomiolle. Tämä sama asia näkyy myös jakossa, haastateltavat olivat enemmän tuote- kuin prosessikeskeisiä. Laatu mielletään ehkä liian kapeakatseisesti, mikä toisaalta on hyvinkin tavanomaista ohjelmistotaloissa.

Miten laatuasioihin suhtaudutaan?

*Mielestäni laatupoikkeamiin suhtaudutaan riittävällä vakavuudella. (V8)*

*Jos laatuongelma on riittävän vakava niin silloin reagoidaan, mutta jos kyseessä pienempi asia niin se tahtoo unohtua. (V2)*

Yleisesti ottaen oltiin sitä mieltä, että laatuasioihin suhtaudutaan riittävällä vakavuudella. Laatukysymyksiin panostetaan entistä enemmän, niistä puhutaan. Yleinen tietoisuus laatuasioista on kohonnut. Haastateltavien mielestä valtaosaan laatuongelmista puututaan ajoissa. Pienien, ei vakavien, laatupoikkeamien osalta olisi kuitenkin parantamisen varaa. Katsottiin, että näitä ei yleensä priorisoida riittävästi. Ongelmana pidettiin niin ikään sitä, että status raportointi asiakkaan suuntaan on puutteellista ts. asiakas ei tiedä, saa palautetta siitä, mitä hänen raportoimilleen laatupoikkeamille aiotaan tehdä ja koska. Tämän asian osalta tilanne on kuitenkin viime aikoina kehittynyt parempaan suuntaan kun help-desk on ryhtynyt hoitamaan sitä, mikä on omalta osaltaan tehnyt laatupoikkeamien seurannasta järjestelmällisempää ja parantanut näiden jäljitettävyyttä.

## **Teema 2: Laadun kehitys**

Kuinka laatu on kehittynyt?

*Kehitys on kulkenut parempaan suuntaan. (V1)*

*Laatutietoisuus on lisääntynyt. (V6)*

Kaikki haastateltavat olivat sitä mieltä, että kehitys on tässä suhteessa kulkenut parempaan, jopa paljon parempaan, suuntaan, varsinkin pidemmällä aikavälillä. Eräänä osoituksena tästä on se, että bugiraportteja vastaanotetaan nykyään vähemmän kuin taannoin. Tekemisemme on tätä nykyä laadukkaampaa ja ammattimaisempaa kuin ennen. Taustasyitä ovat monet. Yleinen laatutietoisuus on lisääntynyt. Yhtiöittäminen ja uudet asiakkaat ovat niin ikään ”pakottaneet” meidät tähän. Toimitusvarmuus on kohonnut kuten myös tuotteen toimintavarmuus, toimitukset ovat täsmällisempiä, lopputuotteessa esiintyy vähemmän puutteita kuin ennen, ohjelmiston käyttövarmuus ja suorituskyky ovat parantuneet jne.

Mikä on nykyinen laatutaso?

*Annan numeron 4 laadusta. (V5)*

*Ohjelmisto saa arvosanan 2. (V2)*

Tämä kysymys liittyy hyvin läheisesti päätutkimusongelmaan. Se on luonteeltaan monitahoinen, osittain myös teoreettinen. Haastateltavien oli jokseenkin vaikea vastata siihen. Palaan tähän pohtiessani vastausta päätutkimusongelmaan.

### **Teema 3: Laatuongelmat**

Onko niitä olemassa?

*Laatupoikkeamia esiintyy. (V8)*

*Meillä on edelleen ongelmia laadun kanssa. (V7)*

*Mielestäni meillä ei ole laatuongelmia tällä hetkellä. (V4)*

Kuusi kahdeksasta vastaajasta oli sitä mieltä, että Attracs kärsii laatuongelmista, yhden mielestä niitä ei ole ja yksi ei osannut ottaa kantaa asiaan. Yleinen käsitys on siis, että laatuongelmia esiintyy.

Kuinka vakavia?

*Laatuongelmat eivät ole kriittisiä. (V6)*

*Tuskin me laatuvertailussa pärjäämme muitakaan huonommin. (V3)*

Kuinka huomattava poikkeaman tulisi olla, että sitä voidaan pitää vakavana? Tätä asiaa ei oltu mitenkään määritelty kysymyksenasettelussa, joten kukin vastaaja ymmärsi asian omalla tavallaan, asetti itse riman haluamalleen tasolle. Poikkeuksetta oltiin kuitenkin sitä mieltä, että hyvin vakavia laatuongelmia ei tällä hetkellä ole, ainakaan sellaisia, jotka saattaisivat aiheuttaa huomattavia ongelmia asiakkaittemme liiketoiminnalle. Merkittäviä laatuongelmia on kylläkin esiintynyt takavuosina, mutta pitkäjänteisellä laadunparantamistyöllä niistä ollaan päästy eroon.

Miten usein esiintyy?

*Ongelmia esiintyy jokaisen päivityksen yhteydessä. (V3)*

*Vähemmän vakavia ongelmia esiintyy säännöllisesti. (V6)*

*Kaikkia ongelmia ei välttämättä raportoida, koska ei tiedetä mitä kaikkea tulisi raportoida ja miten. (V5)*

Laatuongelmia toki on, kuten edellä jo todettiin, mutta niitä ei pidetä vakavina. Vähemmän vakavia poikkeamia esiintyy siellä täällä, sekä tuotteen valmistusprosessissa, itse tuotteessa, että sen ajonaikaisessa käyttäytymisessä. Jokaisen uuden version, ohjelmistopäivityksen, yhteydessä kirjataan kuitenkin muutamia poikkeamia, jotka useimmiten vaativat uuden korjauspäivityksen. Joten vaikka laatuongelmien vakavuusaste ei olisikaan hälyttävä, niiden määrää voidaan kuitenkin pitää, jos ei uhkaavana, niin vähintäänkin pulmallisena. Tässä suhteessa asian laita voidaan pitää ongelmallisena. Tähän asiaan liittyy vielä sekin puoli, että kaikkia puutteita ei välttämättä edes raportoida käyttäjien toimesta, jolloin osa ongelmista jää kokonaan tiedostamatta.

Mitkä ovat taustalla piilevät syyt?

*Määrittelyjen suhteen meillä on aika paljon parannettavaa. (V2)*

*Testauksen määrä on liian alhainen. (V8)*

*Ei keskitytä niihin asioihin joihin meidän pitäisi keskittyä. (V2)*

Laatuongelmien taustalla piilevät syyt ovat moninaiset. Osa syistä on jäljitettävissä kauas taakse historiaan, Attracsin alkuaikoihin. Erinäisistä syistä, sen tarkemmin niitä määrittelemättä, järjestelmästä tuli turhan monimutkainen ja laaja, siihen pääsi pesiytymään ominaisuuksia, joita ei olisi pitänyt sallia. Nämä virheet voidaan, ainakin osittain, laittaa kokemattomuuden piikkiin, Mutta yhtäkaikki, tästä ylikompleksisuudesta ei olla vielääkään päästy eroon, vaan se on alituinen riesa. Hyvin laajassa ja monimutkaisessa järjestelmässä on yleensä vaikea ennakoida mahdollisia sivuvaikutuksia, kun ohjelmistoon tehdään muutoksia, varsinkin jos tekijä ei hallitse kokonaisuutta. Näin myös Attracsin tapauksessa. Muina laatuongelmien taustasyinä pidettiin myös mm. kiirettä, stressiä, virheellistä fokusointia, asioiden väärää priorisointia ja ala-arvoisia määrittelyjä. Alimitoitettu testaus, varsinkin vähäinen automaattitestaus, koettiin niin ikään sellaiseksi asiaksi, joka saa seulan vuotamaan. Lukuisat integraatiot muihin järjestelmiin aiheuttaa myös säännöllisiä laatupoikkeamia. Tähänkin on olemassa useita syitä. Toisaalta se, että näitä integraatioita on käytännössä aika työlästä testata ja toisaalta se, että niiden testaaminen useasti kertakaikkiaan pääsee unohtumaan.

#### **Teema 4: Laadun parantamistoimenpiteet**

Kuinka tuotetta voisi parantaa?

*Käyttöliittymä on yhtä sotkua. (V8)*

*Käyttäjille tulee sellaisia virheilmoituksia, joita ei mielestäni saisi tulla. (V2)*

Edellä todettiin, että tuotteen monimutkaisuus on eräs laatuongelmien taustalla piilevistä syistä. Haastateltavat peräänkuuluttivat toimenpiteitä, joilla tätä ylikompleksisuutta saataisiin vähennettyä. Käyttöliittymän katsottiin olevan se pahin osa-alue. Tuotteen siivoamiseen (refactoring) pitäisi panostaa. Business-logiikkaa tulisi siirtää käyttöliittymästä server-puolelle ja uml-malliin. Rajapintoja on syytä tarkentaa. Yllämainituilla toimenpiteillä kyettäisiin helpottamaan ohjelmiston ylläpitoa, millä olisi välittömiä vaikutuksia myös laatuun.

Tuotteen käytettävyyttä ja käyttöystävällisyyttä katsottiin pystyttävän parantamaan sillä, että siitä tehtäisiin vähemmän teknistä asiantuntijuutta vaativa. Osa käyttäjille näkyvistä ilmoituksista ja virhesanomista ovat aivan liian teknisiä tai muilta osin mitäänsanomattomia. Järjestelmä voisi siis informoida käyttäjää paremmin. Tietyt toiminnot, koskien järjestelmän perusdatan konfigurointia, edellyttävät sellaista tietämystä, mitä järjestelmän peruskäyttäjältä ei voida vaatia. Tästä syystä asiakkaat joutuvat pyytämään help-deskiä tekemään senkaltaisia asioita, jotka kaiken järjen mukaan kuuluisivat ohjelmiston käyttäjille. Tällekin asialle on olemassa omat historialliset selityksensä, mutta yhtäkaikki, se aiheuttaa turhautuneisuutta puolin ja toisin, mikä ei tietenkään ole hyvä asia laadun kannalta.

Onko työmenetelmien suhteen mitään parannettavaa?

*Voisimme kokeilla pari-ohjelmointia. (V1)*

*Oikea, asiantunteva, henkilö laatimaan määrittelyjä. (V3)*

*Selkeämmät vastualueet. (V4)*

Attracsin laadunvarmistus on hyvin pitkälle testauksen varassa. Mitään varsinaisia projektin aikaisia katselmuksia ei suoriteta. Tietyt projektit, haastavammat muutostyöt, mallinnetaan porukalla, vaan käytännön toteutus lepää sitten yksittäisten kehittäjien harteilla. Eteen tulevia ongelmia pohditaan kylläkin tiimissä, mutta vasta valmis tuotos joutuu tarkastelun kohteeksi. Lääkkeeksi tähän ehdotettiin muun muassa pari-ohjelmointia, ohjelmakoodin katselmusta ja parempaa tiedonkulkua.

Mikä on osaamisen vaikutus laatuun?

*Olemme huonoja arvioimaan mahdollisia sivuvaikutuksia, jotka saattavat rikkoa ohjelmistoa. (V7)*

*Tietoa kyllä on, mutta sitä on vain tietyillä henkilöillä. Hiljaista tietoa pitäisi jakaa. (V2)*

Ohjelmiston toiminnallisuutta rikotaan useasti siitä syystä, että ei kyetä ennakoidaan mahdollisia sivuvaikutuksia, joita joillakin tietyillä muutoksilla voi olla. Ohjelmisto on hyvin laaja, mistä syystä kaikki eivät voikaan hallita sen jokaista osa-aluetta. Hiljaisen tiedon, jota on kertynyt viidentoista vuoden aikana, levittämistä tiimin sisällä ja sen dokumentointia pidettiin kuitenkin tehokkaana vastalääkkeenä. Katsottiin myös, että kehitystiimin, sen jäsenien, pitäisi paremmin itse osata käyttää kehittämänsä tuotetta niin, että ei asiakkaan tarvitse tulla opettamaan meitä kuinka ohjelmistoa käytetään, puhumattakaan siitä, miten sitä sovelletaan tai voidaan soveltaa eri toimintaympäristöihin.

Miten testausprosessia voitaisiin kehittää?

*Lisää automaattitestausta. (V8)*

*Koodarien tulisi ehkä enemmän jo siinä kehitysvaiheessa ottaa mukaan testaus. (V2)*

*Testaajat saatava mukaan prosessiin jo alkuvaiheessa. (V6)*

Testaus on hyvin olennainen osa ohjelmiston laadunvarmistusta. Jos se pettää, niin silloin ohjelmisto mitä suurimmalla todennäköisyydellä kärsii erinäisistä puutteista. Testausta tulee olla riittävästi ja monella eri rintamalla, sekä automaattista että manuaalista. Haastateltavat olivat yhtä mieltä siitä, että Attracs ohjelmistoa testataan liian vähän. Varsinkin automaattista yksikkö testausta (unit testing) tulisi lisätä. Haastateltavien näkemys oli se, että testausresurssit on alimitoitettu, ainoastaan yksi testaaja suhteellisen suuressa tiimissä. Testauskäytäntöön haluttaisiin sellainen muutos, että testaaja otettaisiin mukaan prosessiin huomattavasti aikaisemmassa vaiheessa, ei vasta sen lopussa.



Näin testaus voitaisiin aloittaa jo muutostöiden alussa jatkaen sitä rinnakkain ohjelmoinnin kanssa. Testaaja voisi näin ollen antaa jatkuvaa palautetta kehittäjälle ja mahdolliset virheet saataisiin karsittua pois aikaisessa vaiheessa.

## **Teema 5: Laatutavoitteet**

Tarvitaanko laatumittareita?

*Konkreettinen mittari, joka vaikuttaa työhön. (V2)*

*Sopiva määrä mittareita. (V4)*

Haastateltavat olivat yleensä sitä mieltä, että laatumittareille on tarvetta. Niitä ei kuitenkaan kannata kehittää liian monta, ainakaan alkuvaiheessa. Kysyntää olisi muun muassa mittareille, joihin itse omalla työpanoksellaan voi vaikuttaa, mikä tekisi työsuorituksesta mitattavan ja lisäisi omalta osaltaan työn mielekkyyttä.

Kannattaako laatujärjestelmän sertifiointi?

*Onko se sen arvoista? (V6)*

*Mieluummin omat laatutavoitteet kuin sertifiointi. (V7)*

*Sertifiointi on suuri kysymysmerkki. (V8)*

*Mielestäni pitäisi sertifioida. (V1)*

Osa oli sitä mieltä, että Attracsin ei kannata, ainakaan vielä tässä vaiheessa, lähteä sertifiomaan toimintaansa. Jotkut eivät osanneet tai halunneet ilmaista kantaansa asiaan. Sertifiointiprosessia pidettiin hankalana ja työläänä, kyseenalaistettiin siitä saatava hyöty. Toki kannattajiaakin löytyy. Kaksi haastateltavaa oli sertifiointin puolella.

Miten saada aikaan parempi tilausprosessi?

*Tilausprosessi ei aina mene sääntöjen mukaan. (V3)*

*Tilausprosessi ei ole aina mennyt niin kuin olisi pitänyt. (V4)*

*Asiakkaan tehtävä on kertoa ongelma, ei esittää valmiita ratkaisuja. (V6)*

Yleisesti ottaen oltiin sitä mieltä, että tilausprosessi vaatii enemmän huomiota. Attracsilta odotetaan aktiivisempaa ja selkeämpää roolia tässä asiassa. Ongelmana pidettiin muun muassa sitä, että asiakkaat itse suunnittelevat ja määrittelevät asioita, tehtäviä muutoksia, liian pitkälle, yksityiskohtaisesti, jopa teknisiä ratkaisuja myöten. Asiakkaan rooli on kertoa, esittää, ongelma. Attracsin tehtävä on keksiä siihen ratkaisu. Peräänkuulutettiin selkeämpää rajanvetoa sille, mitkä tehtävät kuuluvat kenellekin. Asiakkaiden toimialatuntemusta tulee toisaalta pyrkiä hyödyntämään.

Toivottiin myös kriittisempää suhtautumista muutosehdotuksiin, pitäisi enemmän kyseenalaistaa sitä, mitä kaikkia muutoksia ohjelmistoon ylipäänsä kannatta ryhtyä tekemään. Tulisi aina kysyä: onko esitetyistä muutoksista mitään todellista hyötyä, kenen tarkoituksena ne ajavat, onko ne perusteltavissa taloudellisin argumentein, parantavatko ne tuotetta jne.

Toisaalta asiakkaiden toimintaympäristöissä tapahtuvat alituiset muutokset ja jatkuvat muuttuvat tarpeet aiheuttavat välillä ristiriitoja sen suhteen, mihin suuntaan ohjelmistoa tulisi kehittää. Kysymys kuuluukin kuinka sovittaa yhteen asiakkaiden tarpeet nopeista muutoksista ja toisaalta Attracsin vision toteuttaminen. Tässä kohtaa tulee myös muistaa Attracsin vastuu tuotteesta ja sen ylläpidosta pitkässä juoksussa. Meidän tulee kyetä sanomaan ei sellaisille muutos-ehdotuksille, jotka eivät ole sopusoinnussa suurten linjausten kanssa.

## 6.6 Tutkimusongelma jälleen kerran

Tässä luvussa vastataan tutkimuskysymyksiin ja päätutkimusongelmaan. Tutkimuksen tulokset kerrotaan tässä yhteydessä varsin tiiviissä muodossa, koska haastateltavien näkemyksiä esitettiin jo melko laajasti ja seikkaperäisesti, teemarunkoa hyödyntäen, edellisessä luvussa. Ensin esitetään vastaukset tutkimuskysymyksiin. Näitä oli kaiken kaikkiaan viisi kappaletta ja ne on kuvattu taulukossa 1. Näissä vastauksissa on siis yhteenvetomaisesti todettu se, mikä edellä on jo yksityiskohtaisemmin sanottu. Tutkimuskysymysten vastauksista, niiltä osin kuin kysymyksenasettelu poikkeaa teemarungosta, ilmenee myös uutta tietoa.

Kysymys: Missä määrin laatupoikkeamia esiintyy

Yleinen käsitys oli, että laatuongelmia esiintyy. Tämän hetkisiä ongelmia ei kuitenkaan sellaisenaan pidetä vakavina. Ongelmallista on lähinnä pienempien laatu-poikkeamien suhteellisen suuri määrä. Mainittakoon esim. jokaisen uuden versio-päivityksen yhteydessä esiintyvät ongelmat, jotka lähes poikkeuksetta vaativat erinäisiä korjaustoimenpiteitä. Nämä aiheuttavat turhautuneisuutta puolin ja toisin. Niistä koituu häiriöitä asiakkaiden liiketoimintaprosesseihin ja meille paljon lisätöitä näistä aiheutuvien seuraamuksien selvittämiseen. Tämän lisäksi ne sotkevat meidän projektisuunnitelmia ja -aikatauluja sekä alentavat tuottavuutta.

Kysymys: Kuinka laadukas on ohjelmiston valmistusprosessi

Kehitysosaston valmistusprosessi perustuu ketterään ohjelmistokehitykseen. Ohjelmistotuotantoprosessi voidaan katsovan olevan tehokas ja sen tuottavuus on hyvä. Tuotantokoneisto on mukautumiskykyinen ja se taipuu moneen. Osoituksena tästä on sen todistettu kyky sopeutua täysin uusiin tilanteisiin. Tältä osin valmistusprosessia voidaan pitää laadukkaana. Toki puutteitakin on. Yllämainitut laatuongelmat kielivät jo tästä. Merkitävimmät puutteet liittyvät alimitoitettuun testaukseen. Osaamisen puutteen piikkiin voidaan laittaa ainakin osa, ohjelmistoon syntyvistä, ei toivotuista sivuvaikutuksista.

Kysymys: Miten lopputuote toimii tuotantoympäristössä

Ohjelmiston laajuuden, runsaan toiminnallisuuden, ohjelmistoon tehtävien muutosten määrän, tiheiden päivitysten ja lukuisten integraatioiden huomiioon ottaen sen voidaan katsovan pärjäävän kohtalaisen hyvin tuotantoympäristössä. Käyttökatkoksia on tätä nykyä aika harvoin. Integraatiot muihin järjestelmiin, kuvion 23 mukaan, oikuttelevat kuitenkin aina välillä. Edellämainitut poikkeamat, uusien versioiden yhteydessä, aiheuttavat niin ikään tietyn asteisia käyttöhäiriöitä. Osa käyttöliittymistä ovat liian teknisiä, ylikomplekseja, mistä syystä käyttäjät eivät tule toimeen omillaan, vaan joutuvat näiltä osin kääntymään help-deskin puoleen.

Kysymys: Minkälaisilla mittareilla laatua voitaisiin mitata

Laatumittareiden tarpeellisuudesta vallitsi varsin suuri yksimielisyys. Näiden tulee kuitenkin olla mielekkäitä ja pitää tarkoin harkita sitä, mitä kaikkea lähdetään mittaamaan. Tarvetta on sekä prosessi- että tuotemittareille, staattisille ja dynaamisille. Prosessimittareilla voitaisiin mitata esim. toimitusvarmuutta, korjauspäivitysten tarvetta, asiakaskontaktien tiheyttä ja muutostarpeiden määrää. Eräs ehdotus staattiseksi tuotemittariksi oli testattavien koodirivien määrä suhteessa koodirivien kokonaismäärään ts. kuinka suuren osan ohjelmakoodista testaus kattaa. Dynaamisia tuotemittareita voisi käyttää vaikkapa ajonaikaisen suorituskyvyn, ohjelmistossa esiintyvien puutteiden/virheiden ja käyttökatkosten seurantaan. Tämä toteutettaisiin osana tuotantoympäristön monitorointia.

Kysymys: Mitkä ovat laatutavoitteet

Laatutavoitteista on jo edellä mainittu laatumittareiden kehittäminen ja tuotantoon saattaminen sekä tilausprosessin parantaminen/selkeyttäminen. Erinäisiä, tuotteeseen kohdistuvia, konkreettisia parantamistoimenpiteitä on niin ikään esitetty. Toivelistalla on myös oman laatujärjestelmän kehittäminen. Tämä tutkimus ei sinänsä ota kantaa siihen, minkälainen laatujärjestelmä parhaiten palvelisi Attracsin tarpeita. Tutkimukseen osallistuneiden joukosta ei löytynyt kovinkaan

paljon tukea mahdolliselle sertifioinnille, mutta tutkimuksen kuluessa tällä saralla ollaan edetty jo jonkin matkaa. Yrityksen johdon tahotila on, että toimintaa kehitetään ITIL ja ISO/IEC 20000 yhteensopivaksi. Sillä tiellä ollaan jo otettu ensimmäisiä askeleita.

**Päätutkimusongelma** kuului ”Mikä on Attracs Online ohjelmistotuotteen laatu”.

Lähtiessäni tekemään tätä tutkimusta en välttämättä ihan täysin käsittänyt kysymyksen laajuutta ja monitahoisuutta. Kysymyshän on osittain myös teoreettinen. Ymmärrän vallan hyvin, että haastateltavien oli jokseenkin vaikea vastata siihen ts. minkä numeron, kouluarvosanoin, asteikolla 1-5, antaisit tämänhetkiselle laadulle sekä miten Attracs pärjää laatukilpailussa muita vastaan. Toki en tätä kyllä kaikilta ihan suoraan kysynytäkään, ainakaan näillä sanoilla. Eräs kommentoi ”En osaa sanoa” toinen taas ”Tuskin huonommin kuin muutkaan”. Pari haastateltavaa tarjosi kylläkin ihan konkreettisia numeroitakin, toinen kakkosen ja toinen nelosen. Miten tämä pitäisi tulkita? Voiko siitä tehdä mitään johtopäätöksiä? Tuskin kovin pitkälle meneviä ainakaan, kuitenkin ehkä sellaisen, että tutkittavien joukossa on erilaisia käsityksiä kokonaislaadun tasosta.

Tarkastelunäkökulma ja vastaajan rooli vaikuttavat varmaan omalta osaltaan siihen, miten laatu koetaan. Haastateltavien joukkohan oli osittain heterogeeninen. Vaikkakin tutkimuksen rajausta käytiin ennalta läpi tutkimukseen osallistuvien kanssa, niin kukin tarkastelee asioita kuitenkin omasta perspektiivistään ja tekee rajanvedon sen mukaan. Tämä ei tietenkään ole haastateltavien huonoutta, vaan rationaalisen ihmisen luonnollinen tapa tarkastella ympäristöään. Tutkijana minun on kuitenkin kyettävä nousemaan kaiken tämän yläpuolelle, näkemään kokonaisuus ja tiukasti pysyttävä siinä rajauksessa, joka tutkimukselle alun perin tehtiin.

Päätutkimusongelman luonne ja laajuus onkin sitä luokkaa, että ei ole edes perusteltua odottaa siihen mitään tyhjentävää vastausta yksittäiseltä haastateltavalta. En minäkään, tutkijana, kaiken tämän selvitystyön jälkeen, tahtoisi arvostella ohjelmiston laatua millään kouluarvosanalla. Erääksi ongelmaksi muodostuu vertailukohteiden puute. Kuinka tietää, mille korkeudelle rima tulisi asettaa,

varsinkin kun on kyse ohjelmiston kokonaislaadusta, yksittäisiä osa-alueita lienee helpompi arvioida. Kysymyksenasettelu edellyttää kuitenkin jonkinlaisen kokonaisarvioinnin ohjelmiston laadusta, enkä tahdo jättää lukijaa tietämättömyyden tuskaan asian suhteen. Kaiken kokemani ja näkemäni perusteella olen päätenyt siihen lopputulokseen, että ohjelmiston kokonaislaatua voidaan pitää keskinertaisena, ehkä jopa vähintäänkin keskinkertaisena, mikäli sen laajuus ja monimutkaisuus otetaan huomioon.

Mitkä ovat sitten perustelut tälle väittämälle? Ketterä, sopeutumiskykyinen ja tehokas tuotantokoneisto saa kiitosta, kuten myös tiimin kyky säännöllisesti toimittaa uusia ohjelmistopäivityksiä. Toimialatuntemusta, kuljetus ja logistiikka, voidaan pitää hyvänä. Plussaa tulee niin ikään tiimin sitoutumisesta ja sen kyvystä tehokkaasti hyödyntää olemassa olevia verkostoja. Moitteita sen sijaan satelee ohjelmiston ylikompleksisuudesta, alimitoitetusta testauksesta, epätasaisesta laadusta, päivityksien yhteydessä esiintyvistä ongelmista ja riittämättömästä itsekritiikistä. Tietyistä asioista haastateltavat olivat eri mieltä, jopa päinvastaista mieltä. Näitä kyseisiä eriäviä mielipiteitä olen jo esittänyt aiemmin ja ne ovat mielenkiintoisia sinänsä. Kokonaislaatua arvioidessani jätin ne kuitenkin omaan arvoonsa. Kaiken kaikkiaan voidaan todeta, että vaaka on jokseenkin tasapainossa, se kallistuu ehkä kuitenkin vähän plussan puolelle. Vastaajat olivat kuitenkin yhtä mieltä siitä, että kehitys on viime aikoina kulkenut parempaan suuntaan, tietoisuus laatuasioista on lisääntynyt ja niihin panostetaan entistä enemmän. Tämä tutkimus tulee toivottavasti omalta osaltaan nopeuttamaan tätä kehitystä.

## 6.7 Tutkimustulos teorioiden valossa – tuloksen yleistettävyys

Hirsijärvi & Hurme esittää, että tutkimuksen tuloksia tulee peilata teoriaan ja/tai aiempiin tutkimuksiin (Hirsijärvi & Hurme 2000, 193). **Mitä voimme sanoa tämän tutkimuksen tuloksista teorioiden valossa?** Ensinnäkin saatamme todeta sen, että haastateltavat mielsivät laadun ehkä liian kapeakatseisesti, mikä toisaalta on hyvinkin tavanomaista ohjelmistotaloissa. Painotettiin teknistä laatua enemmän kuin toiminnallista. Tällainen tulos on ihan teorioiden mukaista (Grönroos 2009), kuten myös se, että alimitoitettu testaus johtaa vääjäämättä laatuongelmiin

(Haikala & Märijärvi 2002 ja Chemuturi 2011). Ala-arvoiset määrittelyt ja tilausprosessissa esiintyvät puutteet aiheuttavat väärinkäsityksiä, mistä seuraa suunnitteluvirheitä ja virheellisiä implementaatioita, jotka nostavat ohjelmiston ylläpito- ja elinkaarikustannuksia (Pressman 2010). Mittareiden ja mittaamisen merkitys ja tärkeys tiedostettiin, aivan niin kuin tuleekin (Kankkunen, Matikainen & Lehtinen 2005 ja Chemuturi 2011). Prosessinäkökulma jäi sen sijaan vähemmälle huomiolle. Prosessiajattelun kulmakiveä; laadukas prosessi tuottaa laadukkaita tuotteita, ei oltu mielestäni riittävästi sisäistetty (Laine 1998). Laatujohtamisen näkökulma mainittiin vain ohimennen (Lecklin 2002 ja Grönroos 2009) kuten myös kysymys koskien laatu-kustannuksia (Lillrank 1998).

**Missä määrin tämän tutkimuksen tulokset ovat yleistettävissä?** Tässäkin tutkimuksessa nousi esiin se tosiasia, että ohjelmistoyrityksissä laatu mielletään yleensä liian kapeakatseisesti, kokonaislaatuun ei kiinnitetä riittävästi huomiota. Toisena asiana voidaan mainita laadunvarmistus. Tämän päivän ohjelmistot ovat todella monisäkeisiä, mistä syystä laadunvarmistuksen merkitystä ei koskaan voi ylikorostaa. Kolmantena seikkana mainittakoon ohjelmiston elinkaarikustannukset.

Seuraavaksi siirrymme arvioimaan tutkimuksen tuloksia ja pohtimaan sitä, minkälaisia johtopäätöksiä niistä voi tehdä. Uusitalon mielestä ilmiöiden selittäminen on tutkimuksen eräs tärkeä tehtävä. Tutkimuksen tulokset, väitteet ja johtopäätökset on kyettävä huolellisesti perustelemaan. Näiden pohjalta tulisi pystyä käymään ja jatkamaan tieteellistä keskustelua, josta on hyötyä muillekin. Hyöty voi olla joko teoreettista, kun se lisää tiede-yhteisön tiedon määrää tai käytännönläheistä, kun siitä on käytännön hyötyä toimeksiantajalle. (Uusitalo 2001, 99, 114-115)

## 7. JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

### 7.1 Kuinka tutkimustuloksia voidaan hyödyntää

Nykytilanne on nyt kartoitettu. Seuraavaksi käydään pohtimaan sitä, miten tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää. Todettakoon ihan aluksi se, että tutkimuksen yleistulokset eivät yllättäneet tutkijaa. Tutkijana olin itse osa tutkittavaa kohdetta, jota olen päässyt seuraamaan sisältäpäin jo hyvin pitkän ajan. Minulla oli jo tätä tutkimusta tekemään lähtiessäni aika hyvä kuva siitä, mikä asioiden yleistila on. Tämä oli tietenkin toisaalta etu, mutta toisaalta rasite. Etu siinä mielessä, että yhteinen sävel haastateltavien kanssa löytyi hyvin helposti, ympäristö ja käsitteistö olivat entuudestaan tuttuja, kuten myös haastattelun kohteena olevat henkilöt. Rasite siltä osin, että tutkijan objektiivisuus tällaisessa tilanteessa joutuu hyvin helposti koetteelle. Vaara ryhtyä tekemään omia johtopäätöksiä on ilmeinen, kuten myös kiusaus alkaa näkemään asiat niin kuin itse haluaisi tai ainakin toivoisi niiden olevan.

Tämä tutkimus ei varsinaisesti perustu mihinkään aiempaan tehtyyn tutkimukseen, eikä sen lähtökohdaksi asetettu mitään hypoteesia. Tutkimustuloksia peilataan soveltuvien osien teoriaan ja niitä pyritään arvioimaan tutkijan pitkäköllä, runsaan 15 vuoden, alan kokemuksella. Ilmiöitä tarkastetaan ensisijaisesti siinä kontekstissa, ympäristössä, jossa niitä on tutkittu ja jonne ne kuuluvat. Tutkimuksesta saatava hyöty on pääosin käytännönläheistä, kohdeyrityksen käyttöön tulevaa, konkreettista ongelmanratkaisua olemassa oleviin laatuongelmiin sekä suosituksia siihen, miten laadun parantamisessa kannattaisi tai ainakin saattaisi tästedes menetellä.

Haastatteluissa tuli esiin runsaasti **laadun parantamis- ja kehittämistoimenpide-ehdotuksia**. Laadun parantamis- ja kehittämistoimenpide-ehdotusluettelo, esitetty taulukossa 8, on tutkijan yhteenveto haastateltavien näkemyksistä. Luottelosta käy ilmi, että haastateltavat näkivät tarvetta laadun parantamiselle monella eri rintamalla. Parantamistoimenpiteet kohdistuvat sekä tuotteeseen että tuotantokoneistoon, kuten myös laadunvalvontaan.



Taulukko 8. Laadun parantamis- ja kehittämistoimenpide-ehdotuksia

<p><i>Tuote</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Yksinkertaistaa (poistaa ylikompleksisuutta siltä osin kuin se on perusteltavissa ja kohtuullisella työpanoksella toteutettavissa)</li> <li>• Käyttäjäystävällisempi käyttöliittymä (edellyttää osaamista, asioiden tietämystä, jota peruskäyttäjältä ei voi odottaa/vaatia)</li> <li>• Virhe yms. ilmoituksia selkeytettävä (osittain mitäänsanomattomia tai aivan liian teknisiä)</li> <li>• Business logiikan siirto käyttöliittymästä server puolelle tai uml-malliin (siltä osin kuin se on virheellisesti sijoitettu)</li> <li>• Rajapintojen selkeyttäminen (vähemmän suoranaisia ja vahvoja riippuvuuksia muihin järjestelmiin)</li> </ul>
<p><i>Testaus</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lisää resursseja (kuinka kohdentaa, mitä testejä automatisoida)</li> <li>• Automaatioastetta nostettava (yksikkötestauksen käyttöönotto)</li> <li>• Testiympäristöt voisivat olla monipuolisempia (asiakaskohtaisia kenties)</li> <li>• Testaus pitäisi saada aikaisemmassa vaiheessa mukaan prosessiin (mikä onkin eräs ketterien menetelmien kulmakivistä)</li> <li>• Integraatiot muihin järjestelmiin (uutta versiota rakennettaessa tämä asia pääsee välillä unohtumaan täysin)</li> </ul>
<p><i>Osaaminen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hiljaisen tiedon levittäminen ja dokumentointi</li> <li>• Sovelluskehittäjien tulisi paremmin osata käyttää heidän itsensä kehittämää järjestelmää (tarkemmin tuntee miten asiakkaat sitä käyttävät)</li> </ul>
<p><i>Työmenetelmät</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Yhä tiiviimpää tiimityöskentelyä (mennäänkö syvemmälle puhdasoppiseen Scrumiin vai poimitaanko tiedonjyviä sieltä täältä, eri koulukunnista)</li> <li>• Uusien/vaihtoehtoisten työmenetelmien kokeilemista kuten esim. pariohjelmointia tai ohjelmakoodin katselmusta</li> </ul>
<p><i>Työyhteisö</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parempi tiedonkulku (sekä tiimin sisällä, mutta myös tiimien välillä)</li> <li>• Miettiä keinoja/järjestelyjä joilla kiirettä voitaisiin vähentää (alituinen stressi on huono asia laadun kannalta ja on kaiken lisäksi luovuuden tappaja)</li> <li>• Fokusoimista tulee täsmentää (asia kerrallaan, nyt hypitään asiasta toiseen, jolloin keskittyminen kärsii ja tulos on sen mukaista)</li> <li>• Asioiden prioriteettia pitää harkita tarkemmin (kaikkea ei voi eikä edes pidä tehdä, pitää pystyä/tohtia sanomaan "ei kiitos" tilanteen niin vaatiessa)</li> </ul>
<p><i>Tilausprosessi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Määrittelyjen tulee olla täsmällisempiä (vähemmän tulkinnan varaa, testaus pitää pystyä tekemään määrittelyn pohjalta)</li> <li>• Vastuuta ja vastuu-alueita pitää tarkentaa (mikä on asiakkaan rooli)</li> </ul>
<p><i>Laadun valvonta</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laatumittareiden luominen ja kehittäminen (mitä mittareita käytetään)</li> <li>• Mittaustulosten seuranta (laadun yleinen kehitys, yksittäiset ilmiöt)</li> <li>• Laatujärjestelmän kehittäminen (sertifiointi on sitten oma kysymyksensä)</li> </ul>

Taulukossa 8 asiat on esitetty aika yleisellä tasolla, eivätkä ne välttämättä ole sellaisinaan toteuttamiskelpoisia. Monet ehdotuksista vaativat vielä täsmennystä, ne tulee rajata ja muuntaa konkreettisiksi toimenpiteiksi. Kokonaistutkimustuloksen, mukaanlukien taulukossa 8 esitetyt asiat, ja kaiken muun tiedon ja kokemuksen pohjalta, jonka omaan tutkittavasta kohteesta, käyn seuraavaksi esittämään eräitä laadun parantamistoimenpiteitä, joihin kohdeyrityksessä voisi mielestäni ryhtyä. **Tutkijan näkemys kehityskohteista**, esitetty taulukossa 9, ei ole mitenkään tyhjentävä, vaan sisältää muutamia kiireellisiä toimenpiteitä, jotka tulisi laittaa täytäntöön. Listalle on ensisijaisesti nostettu sellaisia toimenpiteitä, joiden toteuttamiseen ei varsinaisesti liity mitään riskejä, ja mitkä ovat kohtalaisella työpanoksella toteutettavissa.

Taulukko 9. Tutkijan näkemys kehityskohteista

Nro	Toimenpide	Työmäärä	Riski
1	Lisää testiresursseja. Tämä asia voidaan hoitaa sisäisenä siirtona. Yrityksestä löytyy tehtävään sopiva henkilö, jolla on entuudestaan kokemusta testaajana toimimisesta. Testausresurssit on kohdennettava järkevästi.	pieni	pieni
2	Testaus pitää saada aikaisemmassa vaiheessa mukaan prosessiin ja projekteihin. Testaaja voi toimia koodaajan tukena ja antaa välitöntä palautetta. Hyödynnetään testaajan toimialatuntemusta.	pieni	pieni
3	Työyhteisön kehittäminen. Ihmisille tulee suoda työrauha ja antaa heidän keskittyä yhteen asiaan kerrallaan. Asiasta toiseen hyppiminen häiritsee keskittymiskykyä, minkä seurauksena tuotettu laatu ei ole paras mahdollinen.	kohtalainen	pieni
4	Määrittelyjen tulee olla täsmällisempiä. Kaikki toimeksiannot pitää olla dokumentoituja ja valmiiksi mietittyjä, niin ettei koodaajan tarvitse tehdä omia päätelmiään. Tulkinnanvaraa ei saa jäädä. Kaikki turha työ pois, elinkaarikustannukset saatava kuriin.	kohtalainen	pieni
5	Osaamisen parantaminen. Hiljaista tietoa tulee saada hyötykäyttöön. Tällä saatetaan myös välttää turhaa työtä ja ennaltaehkäistään sivuvaikutusten syntymistä ohjelmistoon kun kehittäjät hallitsevat kokonaisuuden paremmin.	kohtalainen	pieni

Kehitysehdotuksista tullaan vielä keskustelemaan tiimin sisällä, joka aikanaan ottaa kantaa siihen, mihin kaikkiin toimenpiteisiin ryhdytään ja missä järjestyksessä. Varmaan kannattaa kuitenkin aloittaa niistä toimenpiteistä, jotka ovat helpoiten toteutettavissa ja/tai joista saatava hyöty olisi mahdollisimman suuri.

## 7.2 Toteutuiko kehittämistehtävän tavoitteet – onnistuiko tutkimus

Tämän **kehittämistehtävän tavoitteet** löytyvät opinnäytetyön alusta, sen johdannosta. Tavoitteet täyttyivät varsin hyvin, myöskin ne henkilökohtaiset tavoitteet, jotka olin asettanut tutkimuksen tekemiselle ja opinnäytetyön suorittamiselle. Prosessin kuluessa olen saanut syventyä laatu käsitteeseen yleisesti ja ohjelmistotuotannon laatuun erityisesti. Haastattelututkimuksen tekemiseen, varsinkin teemahaastattelun saloihin, on niin ikään tullut paneuduttua. Matka on ollut pitkä, eikä aina niin suorakaan. Välillä ajatus on lähtenyt harhailemaan, on löytänyt itsensä tutkimasta asioita ja lähteitä, jotka eivät ole vieneet tutkimusta eteenpäin, mutta mitkä sinänsä ovat olleet mielenkiintoista ja hyödyllistä luettavaa. Matkan varrella on siis tullut opittua yhtä sun toista, välillä myös kantapään kautta.

Voidaanko tätä tutkimusta pitää onnistuneena? **Tutkimuksen onnistumiseen** vaikuttaa hyvin olennaisesti se, miten hyvin tutkimus onnistutaan rajamaan ja kuinka tutkimuksen ongelmat tai kysymykset on asetettu. Tutkimuksen aihepiiri rajattiin kylläkin alusta alkaen varsin tarkasti, mutta tutkimuskysymyksiä kuvattiin kuitenkin vain suuntaa antavasti, ne täsmentyivät aineiston keruu vaiheessa ja saivat lopullisen muotonsa aineistoa analysoidessa. Näin jälkeen päin ajateltuna olen tullut siihen lopputulokseen, että tutkimuskysymysten tarkempi muoto, kuten myös vielä pidemmälle mietitty teemarunko, olisivat helpottaneet haastattelujen läpivientiä ja myös nopeuttaneet aineiston analysointia. Tutkimuksen lopputulos olisi voinut olla hieman erilainen, mitenkään merkittävästi se ei kuitenkaan vaikuttanut suuntaan eikä toiseen, mutta ylimääräistä työtä se kyllä teetti.

Päätutkimusongelman osalta voidaan todeta, että siihen olisi ollut helpompi vastata, jos käytettävissä olisi ollut jokin vertailukohde, johon Attracs Online ohjelmistotuotetta olisi voinut vertailla, benchmarkata. Benchmarkausella olisi

saatettu määritellä riman korkeus. Nyt taso jouduttiin asettamaan, ainakin osittain, teoreettisin perustein, jolloin vastaus päätutkimusongelmaan jäikin hieman teoretisoinniksi, sopivan vertailukohteen puuttuessa. Tällaisen vertailun tekeminen, tämän tutkimuksen puitteissa, kaiken muun lisäksi, olisi kuitenkin käynyt ylivoimaiseksi tehtäväksi. Benchmarkkauksessa riittäisikin aihetta/tekemistä ihan omaksi tutkimukseksi.

### 7.3 Mitä seuraavaksi

Tämän päivän laadussa asiakas on lähtökohtana. Virheettömät lopputuotteet eivät vielä sinänsä ole tae korkeasta laadusta. Tarvitaan myös ulkopuolisen arvioijan, asiakkaan, näkemys. Tähän liittyen eräs laatumaailman guruista, George D. Edwards, onkin todennut ”Laatu on kykyä tyydyttää asiakkaan tarpeet”. Asiakkaan rooli laadun määrittelijänä on kieltämättä kasvanut. Samalla kertaa pätee niin ikään erään toisen, laajalti tunnetun, laatualan asiantuntijan, Joseph M. Juranin, väittämä siitä, että ”Laatu on sopivuutta käyttötarkoitukseen”. Ylilaadun tuottaminen on resurssien tuhlausta, josta vain harva asiakas on valmis maksamaan.

Milloin laatu on sitten riittävän hyvä? Voiko laadun tasoon koskaan olla täysin tyytyväinen? Ohjelmistotuotannon eräs dilemma, pulma, onkin juuri kysymys koskien: milloin ohjelmisto on kyllin hyvä, koska ollaan saavutettu riittävä laatu-taso. Alalla tiedostetaan toki hyvän laadun merkitys ja useimmat tahtoisivat tuottaa parasta mahdollista, mutta käytännössä tyydytään kuitenkin ”riittävän hyvään” laatuun. Täydellinen, tai edes lähes täydellinen, tulisi liian kalliiksi, vaikkakin joku väitti, että laadun piti olla ilmaista. Näin ollen yleinen käytäntö allalla on, että ohjelmistoissa saallitaan tietty määrä puutteita ja tuotteita myös toimitetaan tietoisina siitä, että ne eivät ole virheettömiä, vaan saattavat sisältää bugeja. Tämä alalla vallitseva käytäntö on hyvä pitää mielessä laatuasioita pohtiessa.

Nyt on koittanut aika suunnata katseet kohti tulevaisia. Mitä seuraavaksi? Päättykö kaikki tähän, seuraako mitään jatkoa? Eräänä käytännön toimenpiteenä ryhdytään työstämään/toimeenpanemaan taulukoissa 8 ja 9 esitettyjä laadun parantamis- ja kehittämistoimenpiteitä. Siinä sitä riittää työtä pitkäksikin aikaa.

Konkreettisten laatuongelmien ratkaisemisen rinnalla jatketaan myös työtä oman laatujärjestelmän parissa. Laatumittareiden kehittämiseen ja tuotantoon saattamiseen tulisi niin ikään panostaa, kuten myös mittausdatan keräämiseen ja sen analysoimiseen. Tutkimustakin voisi jatkaa benchmarkkauksen merkeissä, mikäli toiminnan tasosta haluttaisiin saada vertailukelpoisia numeroita. Haasteena on tietenkin löytää siihen takoitukseen sopiva vertailukohde.

Siellä jossain kaukana häämöttä sitten mahdollinen laatujärjestelmän sertifiointi. Tämän tutkimuksen puitteessa ei oteta kantaa siihen, mikä standardi/sertifikaatti parhaiten palvelisi Attracsin tarpeita. Yrityksen johdon tahtotila on kuitenkin ollut kehittää toimintaa ISO20000 kelpoiseksi. Kehitys näyttäisi kulkevan siihen suuntaan, ja ISO20000 lienee todennäköinen vaihtoehto jos ja kun se päivä koittaa. Sitä ennen on kuitenkin vielä tehtävä paljon työtä.

Tämän tutkimuksen puitteessa on kartoitettu Attracs Online ohjelmisto tuotteen laadun nykytila. Menestyksellä toiminta edellyttää kuitenkin jatkuvaa laadun seurantaa ja parantamista. Paikalleen ei saa jäädä. Katse pitää olla eteenpäin, suunta kohti parempaa.

## LÄHTEET

Aaltola J. & Valli R. 2001. Ikkunoita tutkimusmetodeihin 1. PS-kustannus, Jyväskylä.

Chemuturi M. 2011. Mastering Software Quality Assurance. J. Ross Publishing, FL, USA.

Creswell J. W. 2009. Research design - qualitative, quantitative and mixed methods approaches. Sage Publications, CA, USA.

Garvin A. 1987. The Eight Dimensions of Product Quality. Harvard Business Review, November/December 1987. Harvard Business Publishing, MA, USA.

Goodliffe P. 2007. Code Craft - the practice of writing excellent code. No Starch Press, CA, USA.

Gordon H. 1974. Intervjumetodik. 3.painos. Almqvist & Wiksell Förlag AB, Stockholm.

Grönroos C. 2009. Palvelujen johtaminen ja markkinointi. 3.painos. WSOY.

Haikala I. & Märijärvi J. 2002. Ohjelmistotuotanto. 8.painos. Talentum Media Oy.

Hirsijärvi S. & Hurme H. 2000. Tutkimushaastattelu. Yliopistopaino, Helsinki.

Hirsijärvi S. & Hurme H. 1995. Teemahaastattelu. Yliopistopaino, Helsinki.

Hunt A. & Thomas D. 2006. The Pragmatic Programmer - from journeyman to master. Addison-Wesley, USA.

Hölttä T. & Savonen M-L. 1997. Muutosvoimana laatujohtaminen. Edita, Helsinki.

IEEE. 1988. IEEE Guide for the Use of IEEE Standard Dictionary of Measures to Produce Reliable Software. IEEE Std 982.2-1998. The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc, NY, USA.

Kankkunen K., Matikainen E. & Lehtinen L. 2005. Mittareilla menestykseen. Talentum, Helsinki.

Laamanen K., Laine R., Pääkkönen J., Vaakkuri J., Vallinoja V. & Väyrynen P. 1999. Mittaamisen parantaminen. Edita, Helsinki.

Lagus A., Lillrank P. & Helin K. 2001. Johdettu muutos - toiminnan kehittäminen erinomaisissa suomalaisissa organisaatioissa. Laatuokeskus.

Larman C. & Vodde B. 2009. Scaling Lean & Agile Development. Pearson Education, MA, USA.

Lecklin O. 2002. Laatu yrityksen menestystekijänä. 4.painos. Kauppakaari, Helsinki.

Lecklin O. & Laine R. 2009. Laadunkehittäjän työkalupakki. Talentum, Helsinki.

Lillrank P. 1998. Laatuajattelu. Laadun filosofia, tekniikka ja johtaminen tietoyhteiskunnassa. Otava.

Lillrank P. 1990. Laatumaa - johdatus Japanin talouselämään laatujohtamisen näkökulmasta. Gaudeamus, Helsinki.

McConnell S. 2002. Ohjelmistotuotannon hallinta. Edita Publishing Oy.

Pham A. & Pham P. 2012. Scrum in Action - Agile Software Project Management and Development. Course Technology - Cengage Learning, MA, USA.

Pressman R. 2010. Software Engineering - A Practitioner's Approach. McGraw-Hill Companies, Inc, NY, USA.

Richardson J. & Gwaltney W. 2006. Ship it! A practical guide to successful software projects. 3.painos. Pragmatic Bookshelf, TX, USA.

Ruusuvuori J. & Tiittula L. 2005. Haastattelu - tutkimus, tilanteet ja vuorovaikutus. Vastapaino, Tampere.

Sommerville I. 2009. Software engineering. Pearson Education, MA, USA.

Trost J. 2010. Kvalitativa intervjuer. 4.painos. Studentlitteratur AB, Lund.

Uusitalo H. 2001. Tiede, tutkimus ja tutkielma. 7.painos. WSOY, Helsinki.

## **Internet-sivut**

Agile Manifesto. 2001. Manifesto for Agile Software Development. Saatavissa: <http://www.agilemanifesto.org> Luettu: 9.11.2012.

Agile Manifesto Principles. 2001. Principles behind the Agile Manifesto. Saatavissa: <http://www.agilemanifesto.org/principles.html> Luettu: 9.11.2012.

American Society for Quality. 2012. History of Quality. Saatavissa: <http://asq.org/learn-about-quality/history-of-quality/overview/overview.html> Luettu: 28.11.2012.

Attracs. 2013. Saatavissa: <http://www.attracs.com> Luettu: 29.1.2013.

Brooks F. 1987. No Silver Bullet: Essence and Accidents of Software Engineering. Saatavissa: <http://www.cs.nott.ac.uk/~cah/G51ISS/Documents/NoSilverBullet.html> Luettu: 27.02.2013.

Chapman A. 2012. The Original Quality Gurus. Saatavissa: <http://www.businessballs.com> Luettu: 28.11.2012.

Dugmore J & Alison H. 2008. The Spot for ITIL Service Management. Saatavissa: <http://itsmspot.blogspot.fi/2008/03/isoiec-20000-and-til-difference.html> Luettu: 20.12.2012.

Fowler M. 2013. Refactoring. Saatavissa: <http://www.refactoring.com> Luettu: 8.1.2013.

Fwtk. 2005. ISO 20000 and ITIL. Saatavissa: <http://20000.fwtk.org/20000-til.htm> Luettu: 20.12.2012.

Helsingin Sanomat. 2013. Poliisin uusi luparekisteri on useita vuosia myöhässä. Saatavissa: <http://www.hs.fi/kotimaa/Poliisin+uusi+luparekisteri+on+useita+vuosia+my%C3%B6h%C3%A4ss%C3%A4/a1364193006192> Luettu: 5.3.2013.

InnoSuomi-hanke. 2012. Suomalaisen innovatiivisuuden edistämishanke. Saatavissa: <http://www.innosuomi.fi> Luettu: 9.11.2012.

InnoSuomi-palkitut. 2012. Maakunnalliset INNOSUOMI-palkitut. Saatavissa: <http://www.innosuomi.fi/fi/palkitut/maakunnallinen.html> Luettu: 9.11.2012.

ISO 2012. International Organization for Standardization ISO. 2012. ISO 9000 - Quality management. Saatavissa: [http://www.iso.org/iso/home/standards/management-standards/iso\\_9000.htm](http://www.iso.org/iso/home/standards/management-standards/iso_9000.htm) Luettu: 4.12.2012.

IT Governance. 2012. IT Infrastructure Library for IT Service Management. Saatavissa: <http://www.itgovernance.co.uk/til.aspx> Luettu: 19.12.2012.

ITIL. 2012. Saatavissa: <http://www.til-officialsite.com> Luettu: 19.12.2012.

itSMF Finland ry. 2012. ISO/IEC 20000. Saatavissa: <http://www.itsmf.fi/iso20000> Luettu: 11.12.2012.

Laatuakatemia. 2010. Laatu - käsite ja tehtävät. Saatavissa: <http://www.kotiposti.net/tuurala/Laatu.htm> Luettu: 7.12.2012.

Laine H. 1998. Ohjelmiston laatu. Saatavissa: <http://fi.pdfsb.com/readonline/594642436641703158585634436e6c6855513d3d-4652486> Luettu: 22.03.2013.

Lean Enterprise Institute, Inc. 2009. A Brief History of Lean. Saatavissa: <http://www.lean.org/whatslean/history.cfm> Luettu: 28.11.2012.



Object Mentor. 2006. Agile vs. XP: The Differences and Similarities.  
 Saatavissa: [http://www.objectmentor.com/omSolutions/agile\\_xp\\_differences.html](http://www.objectmentor.com/omSolutions/agile_xp_differences.html)  
 Luettu: 5.3.2013.

Rally Software. 2005. Synchronizing Software Testing with Agile Requirements Practices. Saatavissa: <http://www.rallydev.com> Luettu: 17.11.2012.

Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. 2012. Saatavissa: <http://www.sfs.fi>  
 Luettu: 4.12.2012.

Toyota. 2012. The Toyota Way. Saatavissa:  
[http://www.toyota.fi/toyota/the\\_toyota\\_way.tmex](http://www.toyota.fi/toyota/the_toyota_way.tmex) Luettu: 28.11.2012.

United Nations. 1987. Our Common future. Saatavissa:  
<http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm> Luettu: 28.11.2012.

VersionOne. 2013. Agile Methodologies for Software Development  
 Saatavissa: <http://www.versionone.com/Agile101/Agile-Development-Methodologies-Scrum-Kanban-Lean-XP> Luettu: 5.3.2013.

Vicente R. 2005. Agile software development. Saatavissa:  
<http://blog.rogeriopvl.com/archives/agile-software-development-wrong-or-right>  
 Luettu: 17.11.2012.

WikiDot. 2009. EA Maturity Model. Saatavissa:  
<http://iea.wikidot.com/ea-maturity-model> Luettu: 29.12.2012.

## **Muut lähteet**

Attracs Intranet. 2013. Attracsin Intranet sivut.

Ahola Group Intranet. 2013. Ahola Groupin Intranet sivut.